مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بررسی تاثیر بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته بر شاخص‌های بیوشیمیایی و ویژگی‌های حسی دانه‌های انار در طی دوره نگهداری سرد

درنوش جعفرپور[*1]

۱- استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد فسا، دانشگاه آزاد اسلامی، فسا، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۹۸ /۱۰/۲۸

تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۰/۰۶

کلمات کلیدی:

دانه انار،

بسته بندی با اتمسفر تغییر یافته،

مدت نگهداری،

کیفیت.

DOI: 10.52547/fsct.18.03.22

[*] مسئول مکاتبات:

d.jafarpour84@yahoo.com

چکیده

ایران یکی از بزرگترین تولیدکنندگان میوه انار در دنیا است. مقدار زیادی از انار تولید شده به صورت تازه مصرف می‌شود، با این وجود مصرف تازه انار به علت طبیعت آن راحت نمی‌باشد. دانه-های انار نیز هیچ گاه به صورت تازه و مانند سایر میوه‌های آماده مصرف در بسته بندی‌های مناسب در فروشگاه‌ها به فروش نمی‌رسد. بدین منظور، در پژوهش پیش رو دانه‌های تازه انار در بسته‌هایی از جنس پلی اتیلن- پلی آمید تحت شرایط اتمسفر تغییریافته با ترکیب‌های گاز متشکل از دی اکسیدکربن: اکسیژن: نیتروژن در سه ترکیب ۷۵:۱۰:۱۵، ۷۰:۰:۳۰ و ۱۰۰:۰:۰ بسته بندی و به مدت دو هفته در دمای یخچال نگهداری شدند. دانه‌های اناراز نظر خصوصیات حسی، شاخص‌های بیوشیمیایی، میزان رشد مخمر، انتروباکتریاسه، میکروارگانیسم‌های سایکروفیل و مزوفیل مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تحقیق نشان داد که دانه‌های انار بسته بندی شده در حضور بیشترین مقدار دی اکسید کربن (۳۰٪ دی‌اکسیدکربن+۷۰٪ نیتروژن) تفاوت معنی‌داری با بقیه تیمارها داشته و دارای بیشترین طول عمر نگهداری بوده و از نظر خصوصیات حسی امتیاز بیشتری به خود اختصاص داد. هم‌چنین مشخص شد که میزان بالای دی‌اکسید کربن در بسته‌بندی باعث کاهش معنی‌دار رشد میکروارگانیسم‌های مزوفیل، سایکروفیل، انتروباکتریاسه و مخمرها می‌شود.

۱- مقدمه

در حال حاضر ایران با تولید بیش از ۰/٦۷ میلیون تن انار یکی از بزرگ‌ترین تولید کنندگان و صادر کنندگان این میوه در جهان می‌باشد [۱]. انار با نام علمی *Punica granatum* از قدیمی‌ترین میوه‌های خوراکی است که به صورت تازه، نوشیدنی، ژله، مربا و سایر محصولات غذایی مصرف می‌شود. این میوه به دلیل داشتن طعم و مزه استثنایی و منحصر به فرد خود و نیز خواص تغذیه‌ای، بسیار با ارزش می‌باشد. میزان بالای آنتوسیانین این میوه باعث افزایش زمان ماندگاری، خواص ضد توموری، آنتی‌اکسیدانی، ضد سرطانی و کاهش بیماری‌های کبدی می‌گردد [۲].

با این وجود مصرف انار به دلیل مشکل بودن دانه‌گیری چندان گسترده نمی‌باشد. از طرف دیگر به دلیل مقادیر بالای پلی فنول‌ها و آنزیم‌های آنتی‌اکسیداتیو در پوست میوه، در هنگام پوست‌گیری، پوست دست قهوه‌ای می‌شود که عمل پوست‌گیری و جدا ساختن دانه‌ها را مشکل‌تر می‌سازد.

معمولا آسیب‌های بیرونی میوه، با وجود کیفیت داخلی، آن را برای فروش به صورت تازه نامناسب می‌کند و باعث می‌شود این نوع انارها برای مصارف صنعتی و حتی به عنوان خوراک دام مورد استفاده قرار گیرند. به همین دلیل تولید فرآورده‌های آماده مصرف از انار، با خصوصیات حسی و تغذیه‌ای دست نخورده باعث افزایش تولید و مصرف، و کاهش دور ریز انارهای ترک خورده و کوچک می‌شود [٤،۳]. بنابراین انارهای آسیب‌دیده را می‌توان به صورت دانه‌های تازه فرآیند شده بسته‌بندی نمود و راهی مناسب برای کسب سود اقتصادی از انارهای دور ریز ابداع کرد. بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته[1] به صورت موفقیت‌آمیز برای بسته‌بندی و افزایش عمر نگهداری دانه‌های تازه فرآیند شده و سبزیجات مورد استفاده قرار گرفته است. در این روش، بسته‌بندی با ترکیب گازی متفاوت از ترکیب هوا پر می‌شود. گازهایی که بطور معمول در اتمسفر تغییر یافته استفاده می‌شود، شامل: نیتروژن (گاز بی اثر)، دی‌اکسیدکربن (دارای اثر ضد میکروبی) و اکسیژن می‌باشد. هدف در بسته‌بندی با اتمسفر تغییریافته، کاهش غلظت اکسیژن در فضای بالای بسته‌بندی[2] تا حدود ۱ الی ۲ درصد می‌باشد. این مقدار حتی با جایگزین کردن نیتروژن یا دی‌اکسیدکربن به جای اکسیژن به ۰/۲ درصد هم می‌رسد. بسته‌بندی با اتمسفر تغییریافته برای مواد غذایی که تنفس می‌کنند مانند میوه‌های تازه و سبزیجات، کمی متفاوت است. چرا که سرعت تنفس محصول باید با انتشار گازها بین محصول و بسته به تعادل برسد تا اتمسفر متعادل در بسته‌بندی به وجود آید [۵].

این بسته‌بندی تقریبا باعث ثابت ماندن وزن و کاهش از دست دادن آب و کاهش فساد قارچی می‌شود. با این وجود بسته‌بندی با اتمسفر تغییریافته باعث کاهش ویتامین ث و قندها می‌شود. پژوهش‌ها بر روی انار گونه "Wonderful" که با حضور ۱۰ یا ۲۰ درصد دی‌اکسیدکربن بسته‌بندی شده‌اند، نشان می‌دهد که بسته‌بندی در اتمسفر معمولی هوا باعث می‌شود در طول انبارداری در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد رنگ دانه‌های انار تیره‌تر گردد، در حالیکه دانه‌هایی که با اتمسفر ۱۰٪ دی‌اکسیدکربن بسته‌بندی شده‌اند تغییری در رنگ دانه‌ها مشاهده نمی‌شود. بسته‌بندی با اتمسفر ۲۰٪ دی‌اکسیدکربن حتی رنگ دانه‌ها را کاهش می‌دهد. افزایش رنگ دانه‌ها به دلیل فعالیت آنزیم پلی فنولاز، که یک آنزیم کلیدی در متابولیسم ترکیبات پلی فنولیک است، می‌باشد [٦].

هدف از این پژوهش استفاده از روش‌های نوین برای بسته‌بندی دانه‌های تازه انار می‌باشد که علاوه بر افزایش طول عمر نگهداری این محصول، از اتلاف و دور ریز آن نیز جلوگیری گردد. در این تحقیق از ترکیبات مختلف گازی برای بسته‌بندی استفاده شده است و اثر هر یک بر خصوصیات شیمیایی (pH، اسیدیته قابل تیتراسیون، مواد جامد محلول)، خصوصیات حسی و میزان رشد میکروبی مورد بررسی قرار گرفته است.

۲- مواد و روش‌ها

انارهای دورریز از گونه رباب که تنها دارای عیوبی در پوسته می‌باشند مانند آفتاب سوختگی، ترک خوردگی، ضربه دیدگی انتخاب شدند. این میوه‌ها به دلیل داشتن ظاهری نامناسب برای فروش به صورت تازه مناسب نمی‌باشند. در زمان برداشت محصول در مهر ماه، میوه‌ها با توجه به شاخص‌های رسیدگی (جدول ۱) ارزیابی و انتخاب شده و از شهرستان ارسنجان واقع در استان فارس خریداری شدند. سپس انارها به آزمایشگاه منتقل و در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد تا روز فرآیند نگهداری شدند. فرآیند در اتاقی تمیز و در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد انجام پذیرفت. با دقت و توسط چاقویی تیز پوست‌گیری انجام

1. Modified atmosphere packaging (MAP)
2. Head Space

و دانه‌ها نیز از پوسته داخلی جدا شدند. بسته‌بندی دانه‌های انار در ظروف یکبار مصرف پلی اتیلنی انجام شد و در هر ظرف حدود ۲۰۰ گرم دانه انار قرار داده و هر بسته به عنوان یک واحدآزمایش در نظرگرفته شد. فیلم پلاستیکی چند لایه پلی اتیلن + پلی آمید با ضخامت ۶۰ میکرون جهت پوشش‌دهی ظروف مورد استفاده قرار گرفت. اتمسفرهای کنترل شده برای بسته بندی دانه‌های انار شامل: (۱۵٪ دی اکسید کربن و ۱۰٪ اکسیژن و ۷۵٪ نیتروژن (تیمار ۱)، ۳۰٪ دی‌اکسیدکربن و ۷۰٪ نیتروژن (تیمار ۲) ، ۱۰۰٪ نیتروژن (تیمار ۳)) بودند.

ترکیب‌های گازی ذکر شده با استفاده از دستگاه تزریق گاز هنکلمن[3] (مدل A200، ساخت هلند) وارد بسته‌ها شده و در نهایت عمل دوخت انجام شد. برای تیمار کنترل، از همان بسته‌بندی با ترکیب اتمسفری هوا (بدون تزریق گاز) مورد استفاده قرار گرفت. سپس بسته‌ها به منظور انجام آزمایشات به مدت دو هفته در یخچال با دمای ۱ ± ٤ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. کلیه آزمایشات در ۳ تکرار انجام گرفت.

Table 1 Pomegranate ripening indices *Robab* species (solids content, pH, titratable acidity)

Quality parameterscontent	Amounts
Total solids content(%)	20.1 ± 0.3
Titrable acidity(%)	19.5 ± 0.1
pH	4.02 ± 0.1

۲-۱- اسیدیته و pH

pH عصاره دانه‌ها با تکرار نمونه در هر میوه با استفاده از دستگاه pH متر (مدل متراهم- ٦٩١[4]، ساخت سوئیس) اندازه-گیری شد. اسیدیته قابل تیتر بر اساس اسید آلی غالب میوه انار اندازه‌گیری شده که شامل اسیدیته کل آب میوه است. اسیدیته قابل تیتراسیون به صورت درصد اسید سیتریک بیان شد. ۱۰ میلی‌لیتر عصاره هموژن شده و فیلتر شده (با کاغذ صافی) به ۱۹۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شده و به مدت دو دقیقه هموژن گردید. ۵۰ میلی‌لیتر از عصاره با سود ۰/۱ مولار تا رسیدن به pH معادل ۸/۲ تیتر شد. این نقطه توسط معرف فنل فتالئین قابل تشخیص است [۷].

3. HENKELMAN
4. Metrohm

۲-۲- مقدار کل مواد جامد محلول (TSS)[5]

ابتدا دستگاه رفرکتومتر (مدل آتاگو[6]، RP- 101 ، ژاپن) با استفاده از آب مقطر کالیبره شد (روی عدد صفر تنظیم شد) سپس چند قطره از عصاره دانه روی منشور رفرکتومتر قرار داده و آنگاه با تنظیم پیچ مربوطه و ایجاد دو بخش روشن و تاریک در صفحه مدرج دستگاه، عدد متناظر با خط جدا کننده این دو بخش خوانده شد و مقدار ماده جامد (درجه بریکس[7]) عصاره دانه‌ها با تکرار نمونه در هر میوه اندازه‌گیری شد [۷].

۲-۳- آنالیز میکروبی

روش‌های استاندارد برای شمارش تعداد میکروارگانیسم‌ها درهر بار نمونه‌گیری مورد استفاده قرار گرفت [۸]. برای شمارش تعداد میکروارگانیسم‌های سرمادوست هوازی از محیط کشت پلیت کانت آگار(PCA)[8] و شرایط گرمخانه‌گذاری در ۲۰ درجه سانتی گراد به مدت ٤٨ تا ۷۲ ساعت استفاده شد. شمارش میکروارگانیسم‌های مزوفیل در دمای ۳۰ درجه سانتی-گراد با استفاده از محیط کشت پلیت کانت آگار به مدت ٤٨ ساعت گرمخانه‌گذاری انجام پذیرفت. محیط کشت VRBA [9] برای شمارش باکتری‌های گونه انتروباکتریاسه در شرایط دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ٢٤ تا ٣٦ ساعت استفاده شد. شمارش مخمر با استفاده از محیط کشت PDA [10] به همراه ۱۰۰گرم بر میلی‌لیتر کلرامفنیکل [11] در شرایط گرمخانه‌گذاری ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤٨ ساعت انجام پذیرفت. شمارش میکروبی به صورت ۱۰ واحد لگاریتمی بر گرم بیان شده و نمونه‌ها برای آنالیز در روز فرآیند، روز ٤، ۷، ۱۱ و ١٤ جمع‌آوری شدند. هر یک از مقادیر کسب شده حاصل میانگین سه نمونه است.

۲-٤- آزمون حسی

آزمون ارزیابی حسی بر روی سه تیمار ذکر شده انجام گرفت و هدف از آن تعیین کیفیت و بازار پسندی محصول از دیدگاه مصرف کننده و مقایسه آن با نمونه کنترل (نمونه بسته‌بندی شده در شرایط هوای معمولی) بود. ویژگی‌هایی از محصول که

5. Total Soluble Solid (TSS)
6. Atago
7. Brix
8. Plate Count Agar
9.Violet Red Bile Dextrose Agar
10. Potato Dextrose Agar
11. Chloramphenicol

مورد ارزیابی قرار گرفت شامل مزه، رنگ، از دست دادن آب و پذیرش کلی بودند. برای این منظور از آزمون امتیازدهی یا مطلوبیت سنجی شش نقطه‌ای استفاده شد (نقاط شامل عالی، بسیار خوب، خوب، متوسط، بد، بسیار بد) [۸]. ارزیابی حسی در یک روز وهمزمان با آنالیز میکروبی انجام گرفت.

۲-۵- آنالیز آماری

طرح آماری مورد استفاده در این پژوهش، طرح فاکتوریل تصادفی بوده و با ۳ تکرار که آنالیز آماری آن بوسیله نرم افزار SPSS 23 انجام شد. ابتدا مقایسه میانگین در سطح ۰/۰۵ انجام شده و سپس با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن گروه‌بندی و مقایسه نتایج صورت گرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ویژگی‌های شیمیایی

داده‌های به دست آمده از آنالیز داده‌های آزمون pH در جدول ۲، نشان می‌دهد که بیشترین مقدار نهایی pH در بسته‌بندی در هوای معمولی (نمونه کنترل) و سپس در بسته‌بندی با نیتروژن (تیمار ۳) می‌باشد. در هر دو نمونه مقدار pH به صورت پیش رونده‌ای در طول مدت انبارداری کاهش یافته و بعد از ١٤ روز انبارداری، در نمونه‌های بسته‌بندی شده در نیتروژن، به ۳/۳۸ و در نمونه‌های بسته‌بندی شده در هوای معمولی به ۳/٤٦ رسید. در مقابل، کمترین مقدار pH در نمونه‌های اتمسفر تغییر یافته با ۳۰٪ دی اکسید کربن ثبت شد. حل شدن دی اکسید کربن به همراه افزایش تولید اسید کربونیک در بسته‌بندی می‌توانند دو دلیل برای کاهش میزان pH در این بسته باشد. نتایج مشابه با تحقیق حاضر توسط Zand و Jabbari (۲۰۱۷) گزارش شد. آن‌ها در طی بررسی‌های خود بر روی pH گوشت بلدرچین بسته‌بندی شده به روش اتمسفر تغییریافته مشاهده کردند که ترکیب گازی با دی اکسید کربن بالاتر اثر کاهشی بر pH نمونه داشته که دلیل آن حل شدن دی اکسید کربن در آب بافت گوشت و تولید کربونیک اسید می‌باشد [۹].

Table 2 Changes in pH value of pomegranate seeds packed with modified atmosphere during storage at temperature 4±1°C

Storage days	Control	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3
0	$4.02 \pm 0.10^{A,a}$	$4.02 \pm 0.10^{A,a}$	$4.02 \pm 0.10^{A,a}$	$4.02 \pm 0.10^{A,a}$
4	$3.96 \pm 0.09^{A,a}$	$3.94 \pm 0.07^{A,b}$	$3.81 \pm 0.13^{B,b}$	$3.92 \pm 0.11^{A,b}$
7	$3.84 \pm 0.19^{A,b}$	$3.76 \pm 0.20^{A,c}$	$3.65 \pm 0.15^{B,c}$	$3.80 \pm 0.11^{A,c}$
11	$3.62 \pm 0.02^{A,c}$	$3.42 \pm 0.13^{C,d}$	$3.46 \pm 0.05^{C,d}$	$3.54 \pm 0.07^{B,d}$
14	$3.46 \pm 0.11^{A,d}$	$3.32 \pm 0.10^{B,e}$	$3.21 \pm 0.10^{C,e}$	$3.38 \pm 0.03^{B,e}$

Treatment 1: 15% carbon dioxide, 10% oxygen, 75% nitrogen; Treatment 2: 30%carbon dioxide, 70% nitrogen; Treatment 3: 100% nitrogen. Different uppercase letters indicate significant difference at $p < 0.05$ level between data in each row and lowercase letters indicate significant difference at $p < 0.05$ level between data in each column.

Table 3 Changes in titrable acidity (% acid citric) of pomegranate seeds packed with modified atmosphere during storage at temperature 4±1°C

Storage days	Control	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3
0	$19.50 \pm 0.11^{A,e}$	$19.50 \pm 0.11^{A,e}$	$19.50 \pm 0.11^{A,e}$	19.50 ± 0.11^{Ae}
4	$21.30 \pm 0.05^{A,d}$	$20.80 \pm 0.19^{A,d}$	$20.10 \pm 0.13^{B,d}$	$19.90 \pm 0.09^{B,d}$
7	$22.90 \pm 0.12^{A,c}$	$22.20 \pm 0.13^{B,c}$	$21.00 \pm 0.12^{C,c}$	$20.40 \pm 0.01^{C,c}$
11	$24.00 \pm 0.10^{A,b}$	$23.70 \pm 0.18^{A,b}$	$21.40 \pm 0.06^{B,b}$	$20.90 \pm 0.17^{B,b}$
14	$25.10 \pm 0.03^{A,a}$	$24.40 \pm 0.11^{B,a}$	$21.90 \pm 0.19^{C,a}$	$21.50 \pm 0.06^{C,a}$

Treatment 1: 15% carbon dioxide, 10% oxygen, 75% nitrogen; Treatment 2: 30%carbon dioxide, 70% nitrogen; Treatment 3: 100% nitrogen. Different uppercase letters indicate significant difference at $p < 0.05$ level between data in each row and lowercase letters indicate significant difference at $p < 0.05$ level between data in each column.

نتایج مربوط به اسیدیته قابل تیتراسیون دانه‌های انار، تحت بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته در جدول ۳ آورده شده است. همان‌گونه که مشخص است، اسیدیته قابل تیتراسیون در دانه-های انار بعد از انبارداری در شرایط مورد مطالعه به طور معنی-داری ($p<۰/۰۵$) افزایش می‌یابد. میوه‌ها و سبزیجات تازه حتی بعد از برداشت به تنفس خود ادامه می‌دهند. فرآیند تنفس شامل

ترکیب اکسیژن موجود در هوا با مولکول‌های آلی (معمولا قندها) در بافت می‌باشد و در طی فرآیند تنفس، اسیدهای آلی به قندها تبدیل می‌شوند [۱۰]. چنین به نظر می‌رسد که در تیمارهای بدون اکسیژن، اسیدهای آلی به یک میزان به قند تبدیل شده‌اند و کلیه تیمارهای بسته‌بندی شده با اتمسفر تغییر یافته نسبت به نمونه شاهد میزان اسید آلی کمتری داشتند که این نتایج با مشاهدات Maghoumi و همکاران (۲۰۰۹) و Holcroft و Kader (۱۹۹۹) در مورد توت فرنگی بسته‌بندی شده با اتمسفر تغییریافته تطابق دارد [۱۱ و ۱۲].

جدول ٤، نتایج مربوط به مقدار مواد جامد دانه‌های انار، تحت بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته نشان می‌دهد. دانه‌های انار که با هوای معمولی بسته‌بندی و انبارداری شده است، دچار کاهش تدریجی مقدار مواد جامد می‌شوند که می‌توان دلیل آن را تبدیل مواد آلی ذخیره شده به انرژی برای نگه داشتن فعالیت-های متابولیکی و یا افزایش طول مدت نگهداری دانه‌ها مربوط دانست. مقدار کل مواد جامد محلول در همه نمونه‌های بسته‌بندی شده در هوای معمولی و ترکیبات گازهای مختلف، به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) کاهش می‌یابد ولی این کاهش در نمونه‌های بسته‌بندی شده با اتمسفر تغییر یافته آهسته‌تر رخ می‌دهد که می‌تواند نشان‌دهنده سرعت تنفس کمتر در این نمونه‌ها باشد که باعث کند شدن سرعت از بین رفتن قندها و تبدیل آنها به سایر ترکیبات می‌گردد (جدول ٤). نتایج حاضر با نتایج تحقیق Sadeghizadeh-Yazdi و Sarhadi (۲۰۱۹) مطابقت دارد [۱۳]. در پژوهشی که Maghoumi و همکاران (۲۰۰۹) بر روی توت فرنگی‌های بسته‌بندی شده با دی اکسید کربن بالا انجام دادند مشاهده کردند که این نوع بسته‌بندی به حفظ قند میوه (که به عنوان پیش‌ماده تنفسی در طی فرآیند انبارمانی مصرف می‌شود) کمک کرده و میوه‌ها با تنفس کمتر، میزان مواد جامد محلول بیشتری نسبت به نمونه شاهد داشتند [۱۱].

Table 4 Changes in total soluble solids of pomegranate seeds packed with modified atmosphere during storage at temperature 4±1°C

Storage days	Control	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3
0	$20.10 \pm 0.50^{A,a}$	$20.10 \pm 0.50^{A,a}$	$20.10 \pm 0.50^{A,a}$	$20.10 \pm 0.50^{A,a}$
4	$19.30 \pm 0.60^{B,b}$	$19.70 \pm 0.30^{A,a}$	$19.90 \pm 0.20^{A,a}$	$19.50 \pm 0.40^{A,ab}$
7	$17.60 \pm 0.90^{C,c}$	$17.90 \pm 0.25^{B,b}$	$18.70 \pm 0.70^{A,b}$	$18.80 \pm 0.50^{A,b}$
11	$16.30 \pm 0.30^{C,d}$	$16.90 \pm 0.40^{B,c}$	$17.90 \pm 0.60^{A,c}$	$17.60 \pm 0.30^{A,c}$
14	$15.40 \pm 0.20^{D,e}$	$15.70 \pm 0.10^{C,d}$	$17.20 \pm 0.20^{A,c}$	$16.90 \pm 0.60^{B,c}$

Treatment 1: 15% carbon dioxide, 10% oxygen, 75% nitrogen; Treatment 2: 30%carbon dioxide, 70% nitrogen; Treatment 3: 100% nitrogen. Different uppercase letters indicate significant difference at $p<0.05$ level between data in each row and lowercase letters indicate significant difference at $p<0.05$ level between data in each column.

۳-۲- آنالیز میکروبی

شمارش میکروبی دانه‌های تازه فرآیند شده در مدت نگهداری در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد، افزایش معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) را نشان می‌دهد که این افزایش در مورد همه گروه‌های میکروبی بررسی شده، مشاهده می‌گردد. جمعیت میکروبی دانه‌های انار در همه تیمارها در طول انبارداری افزایش می‌یابد (شکل ۱). با این وجود رشد میکروبی در نمونه‌های بسته‌بندی شده با اتمسفر تغییر یافته نسبت به نمونه‌های کنترل آهسته‌تر است ($p<۰/۰۵$).

تعداد مخمرها در نمونه‌های کنترل بسته‌بندی شده در هوای معمولی در روز ١٤ نگهداری به ۸/۱۲ لگاریتم رسید، در حالی که بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته به طور چشمگیری باعث کاهش رشد مخمرها می‌شود ($p<۰/۰۵$). این نتایج منطبق با یافته‌های Nguyen-the و Carlin (۱۹۹٤) برای قطعات تازه هویج و نتایج Allende و همکاران (۲۰۰٤) برای کاهوی تازه خرد شده می‌باشد. هر دو گروه پژوهشگران دریافتند که با افزایش میزان گاز دی اکسید کربن در بسته‌بندی در حضور و یا فقدان گاز اکسیژن، رشد مخمرها و میکروارگانیسم‌های مزوفیل و سایکروفیل کاهش می‌یابد [۸ و ١٤].

بسته‌بندی اتمسفر تغییر یافته در حضور ۳۰ درصد دی اکسید کربن دارای خاصیت نگهدارندگی بیشتری بر روی دانه‌های تازه انار نسبت به بسته‌بندی در هوای معمولی و ۱۰۰ درصد نیتروژن می‌باشد. و حتی نسبت به بسته‌بندی در حضور ۱۵ درصد دی‌اکسید کربن، بسته‌بندی تحت تیمار ۲ اثر نگه-دارندگی بیشتری دارد. این اثر می‌تواند مربوط به سطح بیشتر گاز دی‌اکسید کربن در تیمار ۲ در مقایسه با تیمار ۱ (۳۰ درصد

در مقابل ۱۵ درصد) باشد. همان‌گونه که حضور اکسیژن در بسته‌بندی با هوای معمولی باعث افزایش رشد باکتری‌های هوازی و افزایش فساد دانه‌های تازه انار می‌شود، حضور دی اکسید کربن در بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته به عنوان عامل باکتری‌کش باعث کاهش سرعت فساد می‌گردد و این اثر با افزایش میزان گاز دی اکسید کربن افزایش می‌یابد. در مجموع اثر دی‌اکسیدکربن در کاهش رشد میکروارگانیسم‌ها در طول انبارداری و در دمای پایین بیشتر می‌شود که دلیل آن افزایش حلالیت دی اکسید کربن می‌باشد [۱۵]. در تحقیقی که Lopez-Rubira و همکاران (۲۰۰۵)، بر روی دانه‌های انار تیمار شده با اشعه فرابنفش و بسته بندی اتمسفر تغییر یافته انجام دادند، بیان کردند که این تیمار موجب کاهش معنی‌دار تعداد باکتری‌های مزوفیل، ساکروفیل، لاکتیک اسید و انتروباکتریاسه شده اما به طور کلی شمارش میکروبی را در طول نگهداری کاهش نداده است [۱۵]. هم‌چنین، کاهش رشد باکتری‌های مزوفیل هوازی در اسفناج‌های بسته‌بندی شده با دی اکسید کربن بالا گزارش شده است [۸].

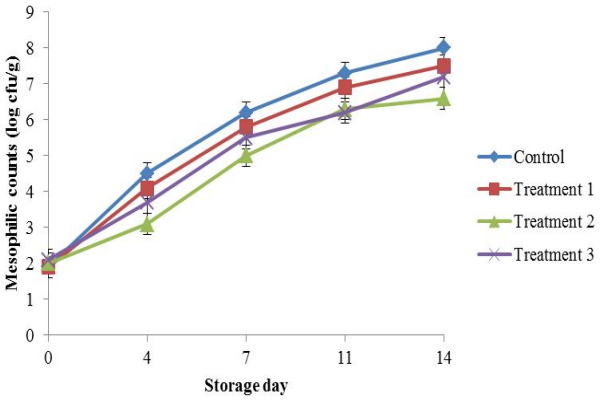

Fig 1 Mesophilic counts (cfu/g) of fresh pomegranate seeds packed with modified atmosphere, stored up to 14 days at 4 ◦C

Table 5 Number of psychrophilic microorganisms (cfu/g) of fresh pomegranate seeds packed with modified atmosphere

Storage days	Control	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3
0	$1.60 \pm 0.13^{A,e}$	$1.60 \pm 0.02^{A,e}$	$1.60 \pm 0.06^{A,e}$	$1.60 \pm 0.08^{A,e}$
4	$3.96 \pm 0.13^{A,d}$	$3.80 \pm 0.14^{A,d}$	$2.75 \pm 0.04^{C,d}$	$3.05 \pm 0.14^{B,d}$
7	$6.52 \pm 0.07^{A,c}$	$6.22 \pm 0.18^{A,c}$	$4.93 \pm 0.07^{C,c}$	$5.43 \pm 0.21^{B,c}$
11	$7.50 \pm 0.20^{A,b}$	$7.38 \pm 0.09^{B,b}$	$6.87 \pm 0.15^{D,b}$	$7.13 \pm 0.13^{C,b}$
14	$7.91 \pm 0.05^{A,a}$	$7.88 \pm 0.05^{A,a}$	$7.20 \pm 0.05^{C,a}$	$7.67 \pm 0.18^{B,a}$

Treatment 1: 15% carbon dioxide, 10% oxygen, 75% nitrogen, Treatment 2: 30%carbon dioxide, 70% nitrogen, Treatment 3: 100% nitrogen. Different uppercase letters indicate significant difference at $p < 0.05$ level between data in each row and lowercase letters indicate significant difference at $p < 0.05$ level between data in each column.

Table 6 Number of yeasts of fresh pomegranate seeds packed with modified atmosphere

Storage days	Control	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3
0	$1.90 \pm 0.12^{A,d}$	$1.85 \pm 0.08^{A,e}$	$1.80 \pm 0.05^{A,e}$	$1.80 \pm 0.02^{A,d}$
4	$4.61 \pm 0.06^{A,c}$	$3.91 \pm 0.12^{B,d}$	$2.95 \pm 0.15^{D,d}$	$3.45 \pm 0.14^{C,c}$
7	$7.52 \pm 0.16^{A,b}$	$6.53 \pm 0.23^{B,c}$	$5.12 \pm 0.20^{D,c}$	$5.52 \pm 0.05^{C,b}$
11	$7.83 \pm 0.18^{A,ab}$	$7.71 \pm 0.28^{B,b}$	$6.94 \pm 0.18^{D,b}$	$7.62 \pm 0.21^{C,a}$
14	$8.12 \pm 0.08^{A,a}$	$7.93 \pm 0.04^{B,a}$	$7.00 \pm 0.07^{D,a}$	$7.73 \pm 0.07^{C,a}$

Treatment 1: 15% carbon dioxide, 10% oxygen, 75% nitrogen, Treatment 2: 30%carbon dioxide, 70% nitrogen, Treatment 3: 100% nitrogen. Different uppercase letters indicate significant difference at $p < 0.05$ level between data in each row and lowercase letters indicate significant difference at $p < 0.05$ level between data in each column.

Table 7 Number of Enterobacteriaceae (cfu/g) of fresh pomegranate seeds packed with modified atmosphere

Storage days	Control	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3
0	$3.45 \pm 0.12^{A,d}$	$3.45 \pm 0.08^{A,e}$	$3.42 \pm 0.05^{A,e}$	$3.43 \pm 0.02^{A,e}$
4	$4.82 \pm 0.06^{A,c}$	$4.73 \pm 0.12^{B,d}$	$4.05 \pm 0.15^{D,d}$	$4.21 \pm 0.14^{C,d}$
7	$7.82 \pm 0.16^{A,b}$	$7.58 \pm 0.23^{B,c}$	$6.91 \pm 0.20^{D,c}$	$7.20 \pm 0.05^{C,c}$
11	$8.68 \pm 0.18^{A,a}$	$8.19 \pm 0.28^{B,b}$	$7.52 \pm 0.18^{D,b}$	$7.64 \pm 0.21^{C,b}$
14	$8.87 \pm 0.08^{A,a}$	$8.53 \pm 0.04^{B,a}$	$8.10 \pm 0.07^{D,a}$	$8.22 \pm 0.07^{C,a}$

Treatment 1: 15% carbon dioxide, 10% oxygen, 75% nitrogen, Treatment 2: 30%carbon dioxide, 70% nitrogen, Treatment 3: 100% nitrogen. Different uppercase letters indicate significant difference at $p < 0.05$ level between data in each row and lowercase letters indicate significant difference at $p < 0.05$ level between data in each column.

۳-۳- ارزیابی حسی

ارزیابی حسی دانه‌های انار بر اساس فاکتورهای مزه، رنگ، از دست دادن آب و پذیرش کلی صورت پذیرفت. در تمام فاکتورهای مورد بررسی بیشترین امتیاز مربوط به تیمار ۲ (٪ ۳۰ دی اکسید کربن و ۷۰٪ نیتروژن) و کمترین امتیاز مربوط به نمونه شاهد بود (داده‌های مربوط به پذیرش کلی نشان داده شده است). در شکل ۲، پذیرش کلی مربوط به نمونه‌های انار که نشان‌دهنده کیفیت محصول در مدت نگهداری می‌باشند، نمایش داده شده است. بسته‌بندی دانه‌های انار با اتمسفر تغییر یافته (در حضور ٪ ۳۰ دی اکسید کربن و ۷۰٪ نیتروژن) و بسته‌بندی در حضور گاز نیتروژن (۱۰۰٪ نیتروژن)، باعث افزایش طول عمر نگهداری این محصول می‌شوند به صورتی‌که می‌توان این محصول را به مدت ۱۱ تا ۱۳ روز در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد انبارداری نمود (شکل ۲).

امتیاز ۵، حد مقبولیت از دیدگاه مصرف‌کننده می‌باشد. کیفیت میکروبی معمولا به عنوان حد مقبولیت و طول عمر نگهداری محصولات گیاهی و باغی تازه بسته‌بندی شده، مورد استفاده قرار می‌گیرد. پژوهشگران از این دو عامل به عنوان استاندارد کیفیت (میزان آلودگی میکروبی بعد از فرآیند و یا برای مصرف‌کننده و فقدان میکروب‌های بیماریزا) استفاده می‌نمایند [۱۵].

پس از مدت ۱۰ تا ۱۲ روز انبارداری میزان استاندارد شمارش میکروبی به حد بحرانی می‌رسد. این مقدار بحرانی در اکثر میوه‌جات و سبزیجات بسته‌بندی شده به روش تغییر اتمسفر، پس از دو هفته بدست می‌آید [۸].

میزان بالای مخمرها (< ۵ واحد لگاریتمی) به دلیل تولید اتانول، اسیدهای آلی و استرهای فرار باعث ایجاد بوی بد در محصولات تازه می‌شود. برخی دستورالعمل‌ها پایان طول عمر یک محصول را زمانی تعیین می‌کنند که شمارش میکروبی به مرز ۵ واحد لگاریتمی در گرم محصول برسد، در این محدوده اثرات منفی رشد میکروبی بر خصوصیات حسی محصول ظاهر می‌گردد [۱۵ و ۱۶].

حد بحرانی رشد میکروبی برای بیشتر میکروارگانیسم‌های عامل فساد (۷ واحد لگاریتمی در یک گرم محصول برای میکروارگانیسم‌های مزوفیل و ۵ واحد لگاریتمی در یک گرم محصول برای مخمرها) با تغییرات قابل ثبت خواص حسی ارتباط مستقیم دارند. همانند نتایجی که Jacxsens و همکاران (۲۰۰۳) بدست آورده‌اند می‌توان از کیفیت حسی محصولات آماده مصرف و تازه مانند سبزیجات و میوه‌جات بسته‌بندی شده، به عنوان ارزیابی سریع طول عمر این محصولات استفاده نمود [۱۶]. از دیدگاه تجربی استفاده از بسته‌بندی‌های تغییر اتمسفر یافته با مقدار نسبتا زیاد گاز دی اکسید کربن در غیاب اکسیژن، تأثیر بیشتری در افزایش مدت زمان نگهداری میوه‌ها دارد.

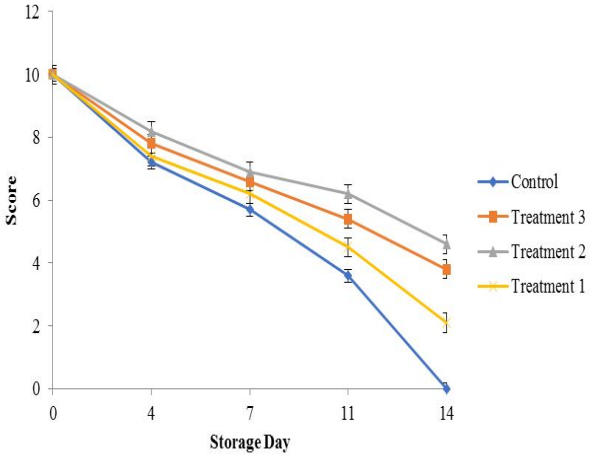

Fig 2 The effect of modified atmosphere packaging on the general acceptance of pomegranate seeds

٤- نتیجه‌گیری

به طور کلی با مقایسه خصوصیات حسی و نیز شاخص‌های بیوشیمیایی مورد بررسی در این پژوهش می‌توان گفت که استفاده از بسته‌بندی در اتمسفر تغییریافته می‌تواند کیفیت دانه‌های انار را حفظ کند و روند کاهش در خصوصیات کیفی را کند نماید. میزان بالای دی‌اکسید کربن بدون حضور اکسیژن باعث کاهش رشد میکروارگانیسم‌های مزوفیل و سایکروفیل شده و بیشترین تأثیر را در نگهداری دانه‌های انار دارد. از این رو استفاده از این فن‌آوری جهت افزایش دوره انبارداری میوه‌های فساد پذیر پیشنهاد می‌شود تا بتوان آن‌ها را به بازارهای بین المللی صادر نمود.

٥- منابع

[1] Anonymous. 2005. Statistical Book of Agriculture of Iran. Statistical Center of Iran.
[2] Du, C.T., Wang, P.L., Francis, F.J. 1975. Anthocyanins of pomegranate, Punica granatum. Journal of Food Science, 40, 417–418.

[3] Artes, F., Maryn, J.G., Martynez, J.A. 1996. Controlled atmosphere storage of pomegranate. Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung, 203, 33-37.
[4] Gil, M.I., Artes, F., Tomas-Barberan, F.A. 1996. Minimal processing and modified atmosphere packaging effects on pigmentation of pomegranate seeds. Journal of Food Science, 61, 161–164.
[5] Hertog, M.G.L., van Poppel, G., Verhoeven, D. 1997. Potentially anticarcinogenic secondary metabolites from fruits and vegetables. In: Tomas-Barberan, F.A., Robins, R.J. (Eds.), Phytochemistry of Fruits and Vegetables. Clarendon Press, Oxford, 313–329.
[6] Artes, F., Tudela, J.A., Villaescusa, R. 2000. Thermal postharvest treatments for improving pomegranate quality and shelf life. Postharvest Biology and Technology, 18, 245–251.
[7] AOAC. 2000. Official methods of analysis. Virginia, USA: Association of Official Analytical Chemists, 414–422.
[8] Allende, A., Aguayo, E., Artes, F. 2004. Quality of commercial minimally processed red lettuce throughout the production chain and shelf life. International Journal of Food Microbiology, 91, 109–117.
[9] Zand, N., Jabbari, Sh. 2017. Effect of Modified Atmosphere Packaging and Multilayer Flexible Films on pH of Fresh Quail Meat. International Journal of Food Microbiology, 20(5), 1-111.
[10] Kader, A.A. 2002. Postharvest Technology of Horticultural Products. 3th Ed. University of California Agriculture and Natural Resources Publication 3311. California, 135-144pp.
[11] Maghoumi, M., Mostofi, Y., Talaie, A., Dehestani, M., Asghari, A. 2009.The effect of high CO2 Modified Atmosphere Packaging (MAP) on storage properties of strawberry (*Fragaria ananassa* cv. Selva). Agriculture, 11(1), 163-176. [in Persian]
[12] Holcroft, D.M., Kader, A.A. 1999. Controlled atmosphere-induced changes in pH and organic acid metabolism may affect colour of stored strawberry fruit. Postharvest Biology and Technology, 17, 19-32.
[13] Sarhadi , J. Sadeghizadeh-Yazdi. 2019. The Effect of Modified Atmosphere Packaging on Physicochemical, Microbial, and Sensorial Properties of Iranian Mazafati Date, Postharvest Biology and Technology, 37, 174–185.
[14] Nguyen-the, C., Carlin, F. 1994. The microbiology of minimally processed minimally fruits and vegetables. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 34, 371–401.
[15] Lopez-Rubira, V., Conesa, A., Allende, A., 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.
[16] Jacxsens, L., Devlieghere, F., Ragaert, P., Vanneste, E., Debevere, J. 2003. Relation between microbiological quality, metabolite production and sensory quality of equilibrium modified atmosphere packaged fresh-cut produce. International Journal of Food Microbiology, 83, 263– 280.

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

The effects of modified atmosphere packaging on biochemical parameters and sensory properties of pomegranate seeds during cold storage

Jafarpour, D.[1*]

1. Assistant professor of the Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Fasa Branch, Islamic Azad University, Fasa, Iran

ARTICIE INFO

Article History:

Received 18 January 2020
Accepted 26 December 2020

Keywords:

Pomegranate seeds,
Modified atmosphere packaging,
Shelf life,
Quality.

DOI: 10.52547/fsct.18.03.22

*Corresponding Author E-Mail:
d.jafarpour84@yahoo.com

ABSTRACT

Iran is one of the largest producers of pomegranate fruit in the world. Plenty of pomegranates produced are freshly consumed; however, fresh pomegranate consumption is not easy due to its nature. Pomegranate seeds are never sold fresh as in other ready-to-eat fruit packages in stores. For this purpose, in the present study, fresh pomegranate seeds were packaged in polyethylene-polyamide packages under atmospheric conditions modified with carbon dioxide: oxygen: nitrogen in three compounds: 15:10:75, 30: 0: 70, 0: 0: 100 were packaged and kept in refrigerator for two weeks. Pomegranate seeds were evaluated for sensory properties, biochemical parameters and the growth rate of yeast, Enterobacteriaceae, psychrophilic and mesophilic microorganisms. The results showed that packed pomegranate seeds in the presence of the highest amount of carbon dioxide (30% carbon dioxide+ 70% nitrogen) were significantly different from the other treatments, had the longest shelf life and more score in terms of sensory properties. It was also found that high levels of carbon dioxide in packaging significantly reduced the growth of psychrophilic, mesophilic, Enterobacteriaceae and yeast microorganisms.