مقاله تحقیقی

اثر بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده و پوشش‌های انعطاف‌پذیر چند لایه بر رشد باکتری‌های هوازی و بی‌هوازی و خواص حسی گوجه گیلاسی

نازنین زند *، احمد زکی، لیلا ناطقی

گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین - پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

*** مسئول مکاتبات:** n_zand2008@yahoo.com

محل انجام تحقیق: آزمایشگاه های دانشکده کشاورزی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین-پیشوا و گروه صنایع غذائی-پردیس کشاورزی دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۵/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۶/۷

فصلنامه علمی پژوهشی دانش زیستی ایران
جلد۱۴- شماره ۲- تابستان۱۳۹۸

چکیده

در این مطالعه اثر غلظت‌های مختلف سه نوع مخلوط گازی (دی‌اکسیدکربن، نیتروژن و اکسیژن) و نیز شرایط تحت خلاء و عادی و ۳ نوع فیلم قابل انعطاف چند لایه برای افزایش زمان ماندگاری گوجه گیلاسی در دمای یخچال (۴ °C) مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق بسته‌بندی بدون تزریق گاز به عنوان نمونهٔ شاهد با ۴ نوع بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده شامل (۷۰ درصد CO_2 و ۳۰ درصد N_2) ، (۳۰ درصد CO_2 و ۷۰ درصد N_2) ، (۴۹ درصد CO_2 و ۴۹ درصد N_2 و ۲ درصد O_2) و تحت خلاء مقایسه گردید. برای بسته‌بندی نمونه‌ها از فیلم قابل انعطاف، پوشش۳ لایه $LLD_{(80)}/PET_{(12)}/AL_{(12)}$ ، پوشش۴ لایه $LLD_{(80)}/PET_{(12)}/AL_{(7)}/PET_{(12)}$ و پوشش۳ لایه $LLD_{(80)}/AL_{(7)}/PET_{(12)}$ استفاده شد. در روزهای ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸، بسته‌ها از یخچال خارج و از نظر آزمون میکروبی (شمارش کلی باکتری‌های هوازی و شمارش باکتری‌های بی‌هوازی) و مقدار آب تراوش شده و خواص حسی ارزیابی شدند. نتایج تحت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی توسط نرم افزار آماری SPSS و به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P<0.05$) انجام گرفت. نتایج نشان داد که استفاده از MAP[1] برای کنترل فساد کافی نبود اما فساد را به تاخیر انداخت. ترکیب گازی (۷۰ درصد CO_2 و ۳۰ درصد N_2) و بسته‌بندی با پوشش چهار لایه، برای ماندگاری گوجه گیلاسی در زمان طولانی با خاصیت ضدمیکروبی بالاتر و تأثیر مطلوب بر مقدار آب تراوش شده و خواص حسی بهتر ارزیابی شد.

واژه های کلیدی: بسته‌بندی تحت اتمسفر اصلاح شده، باکتری‌های هوازی و بی‌هوازی، خواص حسی ،گوجه گیلاسی، پوشش‌های انعطاف پذیر چند لایه

مقدمه

گوجه فرنگی یکی از مهمترین انواع سبزیجات، می‌باشد. مصرف گوجه فرنگی و انواع گونه‌های آن از جمله گوجه گیلاسی چه بصورت تازه و چه فرآوری شده به دلیل سرشار بودن از ترکیبات فلاونوئیدها، و کاروتنوئید از جمله ویتامین C ، که برای سلامت انسان مفید است در سراسر جهان از اهمیت خاصی برخوردار است (۶). این سبزی پس از برداشت دارای عمر نسبتا کوتاهی است و در این مدت بسیاری از فرآیندهای موثر بر کیفیت باعث از بین رفتن ویژگی‌های حسی و مواد مغذی آن می‌شوند اتفاق می‌افتد (۷). استفاده از بسته‌بندهای مناسب، منجر به حفظ کیفیت و افزایش عمر انباری و عمر قفسه‌ای این محصول می‌شود.

بسته‌بندی یا اتمسفر اصلاح شده (MAP[1])، یا کاهش سرعت واکنش‌های شیمیایی و بیوشیمیایی و همچنین کاهش رشد میکروارگانیزم‌ها سبب افزایش عمر ماندگاری محصولات می‌شود. در منابع علمی، اصطلاح اتمسفر اصلاح شده غیر فعال بوسیله محصول (MAP غیر فعال) به معنی دستیابی به توازن مناسبی از اتمسفر بسته بر اساس تنفس محصول و خصوصیات نفوذپذیری است. در واقع اتمسفر مورد نیاز به صورت انفعالی در اثر مصرف اکسیژن و تولید دی‌اکسیدکربن طی فرآیند تنفس ایجاد می‌شود. از طرف دیگر سیستم هوای تغییر یافته فعال (MAP فعال) یا خارج کردن هوای معمولی از بسته و ایجاد خلا و جایگزینی سریع مخلوط گازی مورد نظر به جای آن بوجود می‌آید (۸). روش MAP، مزایایی چون کاهش تنفس، کاهش تولید اتیلن، کاهش هزینه اقتصادی و صرفه جویی در انرژی حرارتی و برودتی بالا دارد. MAP، نرم شدگی بافت و تغییرات ترکیبات میوه و سبزیجات را به تاخیر می‌اندازد و علائم فیزیولوژیکی نامطلوب و خسارت میوه را کاهش می‌دهد. بسته‌بندی محصول در فیلم‌های پلیمری سبب اصلاح اتمسفر توسط محصول می‌شود. اتمسفر اصلاح شده درون چنین بسته‌هایی بستگی به نفوذ پذیری فیلم، میزان تنفس محصول و حجم آزاد اولیه و ترکیب اتمسفری درون بسته دارد. رطوبت نسبی و جریان هوای اطراف بسته روی نفوذپذیری فیلم موثر است (۹). امروزه بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته و بسته‌بندی تحت خلاء با نگه‌داری در شرایط سرد ترکیب شده است که بصورت گسترده در نگهداری مواد غذایی مانند گوشت، مرغ، ماهی، سس‌ها، میوه‌جات و سبزیجات مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۰). در بررسی اثر بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده با پوشش‌های انعطاف پذیر چند لایه بر روی میزان باکتری‌های هوازی و بی‌هوازی گوشت شتر مرغ مشخص گردید که پوشش چهار لایه و ۷۰ درصد گاز CO_2 تا روز پانزدهم نتیجه قابل قبولی از نظر بار میکروبی همراه داشته است (۱۱، ۱۲). بعلاوه در پژوهش انجام شده بر روی اثر اتمسفر اصلاح شده فعال و نگهداری در دمای سرد (۵ ^oC) را بر روی کیفیت گوجه‌های گیلاسی که ترکیب اتمسفر استفاده شده برای بسته بندی شامل ۵ درصد O_2 و ۵ درصد CO_2 بود. نتایج نشان داد بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده فعال می‌تواند طول مدت نگهداری گوجه‌های گیلاسی را افزایش دهد. تیمارهای بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده باعث کاهش نرخ تنفس و تولید اکسیژن شده در حالیکه می‌تواند باعث از دست رفتن وزن، بیوسنتز لیکوپین و شکل رنگ قرمز گوجه‌ها شود. استفاده از بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده باعث حفظ سفتی و تاخیر در تغییرات مربوط به قند و محتویات اسیدهای ارگانیک شود. همچنین ترکیب بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده به همراه تیمار کم حرارت باعث تاخیر رشد و حفظ کیفیت گوجه‌های گیلاسی در طول مدت نگهداری می شود (۱۳). تاثیر ترکیبی تابش ماوراء بنفش c (uvc) و بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده بر گونه باکتری *سالمونلا اینتریکا سروار تیفی‌موریوم*[2] و افزایش مدت ماندگاری در دمای سرد گوجه گیلاسی نشان داد هنگامی که گوجه‌های گیلاسی با uvc تابش داده شده و تحت اتمسفر اصلاح شده فعال (۳/۵ درصد CO_2 و ۵/۵ درصد O_2) بسته‌بندی شدند جمعیت باکتری‌های *سالمونلا تیفی‌موریوم*[3] در دمای ۴ ^oC در مقایسه با دیگر تیمارها کاهش یافت. در مورد رنگ نمونه‌ها، ترکیب دو روش باعث به تاخیر انداختن رنگ گوجه‌ها شد. صرف نظر از نوع تیمارها و روش بسته‌بندی، گوجه‌های ذخیره شده در دمای ۴ ^oC کاهش سفتی کمتری نسبت به نگهداری در دمای ۲۰ ^oC داشتند. به طور کلی نتایج نشان داد ترکیب تابش ماوراء بنفش C و بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده می‌تواند امنیت میکروبی و افزایش ماندگاری گوجه گیلاسی را در طول مدت نگهداری سرد داشته باشد (۱۴). در این تحقیق هدف بررسی، کاربرد روش MAP، و پوشش‌های بسته‌بندی چند لایه بر رشد باکتری‌های هوازی و بی‌هوازی و خواص حسی گوجه گیلاسی در طول مدت زمان نگهداری بود.

مواد و روش‌ها

مواد

گوجه گیلاسی از یک مرکز توزیع میوه و تره بار واقع در تهران، ایران تهیه شد. پوشش‌های بسته‌بندی قابل انعطاف ۳ لایه و ۴ لایه از شرکت پلاستیک ماشین الوان، ایران و سایر مواد شیمیایی از شرکت مرک (آلمان) تهیه شد. محیط‌های کشت PCA

[1] Modified Atmosphere Packaging

[2] *Salmonella enterica serovar Typhimurium*

[3] *Salmonella Typhimurium*

(Plate Count Agar) ، (Dichloran18%Glycerol) DG18، EE broth (Entribacteriaceae Enrichment) Broth از شرکت کیوبلنت کانادا تهیه گردیدند.

روش آماده سازی نمونه‌ها

ابتدا گوجه‌های گیلاسی شستشو و ضد عفونی شد و بعد از آبکشی در پاکت‌های قابل انعطاف قرار گرفت. برای بسته‌بندی در اتمسفر اصلاح شده تعداد ۶ عدد برای هر بسته (حدود g ۱۰۰) از میان گوجه‌های گیلاسی سالم، بدون لک، آلودگی و آثار خراشیدگی انتخاب شد. سه نوع پوشش پلیمری ۳ لایه با آلومینیم قوی، ۳ لایه با آلومینیم ضعیف و ۴ لایه که همگی غیر قابل نفوذ به اکسیژن و بخارآب جهت بسته‌بندی نمونه‌ها تحت اتمسفر اصلاح شده مورد استفاده قرار گرفت. از دو روش ترکیب گازی فعال و غیر فعال برای بسته‌بندی استفاده شد. در روش فعال از سه ترکیب گازی شامل (۳۰ درصد نیتروژن+ ۷۰ درصد دی‌اکسیدکربن) (۷۰ درصد نیتروژن+ ۳۰ درصد دی‌اکسیدکربن) (۴۹ درصد نیتروژن+ ۴۹ درصد دی‌اکسیدکربن+ ۲ درصد اکسیژن) و همچنین تحت خلا و در روش غیر فعال، بدون تزریق گاز به صورت شاهد که داخل بسته اتمسفری اصلاح شده توسط تنفس محصول حاصل می‌شود و بستگی به خصوصیات محصول و فیلم بسته‌بندی دارد درتیمارها مورد استفاده قرار گرفت. نمونه‌ها پس از توزین درون پاکت‌ها قرار گرفته و توسط دستگاه بسته‌بندی (HENKELMAN مدل Boxer-200A، ساخت آلمان) واقع در آزمایشگاه گروه صنایع غذائی-پردیس کشاورزی دانشگاه تهران تزریق گاز و بسته‌بندی تحت شرایط ۴ نوع گاز A_1، A_2، A_3 و A_4 (۷۰ درصد گاز CO_2 + ۳۰ درصد گاز N_2، ۳۰ درصد گاز CO_2 +۷۰ درصد گاز N_2، ۴۹ درصد گاز CO_2 + ۴۹ درصد گاز N_2 و۲ درصد گاز O_2، خلأ و بسته‌بندی معمولی (بدون تزریق گاز) پس از تخلیه هوا در سه نوع پوشش C_1، C_2 و C_3 (پوشش۳ لایه PET12/AL12/LLD80، پوشش ۴ لایه PET12/AL7/PET12/LLD80، پوشش ۳ لایه PET12/AL7/LLD80) انجام شد. در تیمار شاهد، پس از قرار دادن گوجه‌ها در پوشش انعطاف پذیر، برنامه دستگاه طوری تنظیم شد که فقط عمل دربندی برای نمونه‌ها انجام گیرد. پس از بسته‌بندی محصول، تمامی بسته‌ها توزین شده و به همراه تیمارهای شاهد در دمای ۴ °C با ۷۰-۸۰ درصد رطوبت نسبی در یخچال قرار گرفتند. و طی مدت زمان ۲۸ روز نگهداری طی روزهای هفتم، چهاردهم، بیست و یکم و بیست و هشتم نمونه‌ها از محل خارج شده و آزمون‌های میکروبی ، میزان آب تراوش شده و خواص حسی در آزمایشگاه های دانشکده کشاورزی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین-پیشوا بررسی و اندازه‌گیری شد (۱۵). خصوصیات پوشش‌های بسته‌بندی مورد استفاده در این پژوهش مطابق با نتایج تحقیق زند و مایلوا (۲۰۱۰ [a-c]) در جدول ۱ ذکر شده است (۱۸-۱۶).

جدول ۱ - خصوصیات پوشش‌های بسته‌بندی مورد استفاده در این تحقیق.

نمونه	لایه	ضخامت فیلم (μ)	ضخامت درزبندی فیلم (N)	میزان عبور اکسیژن ($ml/m^2.day$)	میزان عبور بخار آب ($g/ m^2.day$)
PET/AL/LLD	۱۲/۱۲/۸۰	۱۰۴	۵۷/۰۰	۰	۰/۱۳
PET/AL/LLD	۱۲/۷/۸۰	۹۹	۴۷/۱۹	۰	۰/۵۶
PET/AL/PET/LLD	۱۲/۷/۱۲/۸۰	۱۱۱	۶۰/۱۱	۰	۰/۰۹۳

PET: Poly Ethylene Terephthalate; LLD: Low Density Poly Ethylene; AL: Aluminum

آزمون کیفی

اندازه‌گیری میزان آب تراوش شده

جهت ارزیابی میزان آب تراوش شده و تغییرات وزن نمونه‌ها در طول نگهداری، پس از باز کردن بسته ، وزن آب تراوش شده را اندازه گرفته و بر وزن نمونه تقسیم گردید و سپس عددرا در ۱۰۰ ضرب می‌کنیم و مقدار آب تراوش شده طبق استاندارد نباید از ۶ درصد وزن نمونه بیشتر باشد (۱).

شمارش کلی میکروارگانیسم‌های هوازی در محیط کشت‌های PCA[1] و E.E.B[2]

جهت شمارش کلی میکروارگانیسم‌های هوازی با استفاده از محیط کشت PCA و E.E.B و به روش کشت سطحی و گرمخانه‌گذاری در دمای ºC ۳۷ بمدت ۳ روز انجام شد. برای این منظور، در ابتدا g ۱ نمونه (گوجه گیلاسی) در زیر هود لامینار در آزمایشگاه وزن شد و در cc ۱۰ محلول رینگر حل شد، سپس به محیط کشت غنی‌کننده E.E. Broth ، cc ۱۰ اضافه شد و به مدت سه روز در دمای ºC ۳۷ انکوبه گردید، سپس به روش CFU یک سری ۶ تایی لوله حاوی آب مقطر استریل با افزودن cc ۱ از نمونه به لوله شماره ۱ سریال رقت تهیه شد و به روش پور پلیت در محیط کشت PCA کشت داده شد و به مدت ۳ روز در انکوباتور ºC ۳۷ جهت شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها انکوبه شد. سپس توسط دستگاه کلنی کانتر تعداد میکروارگانیسم‌ها شمارش شد (۱، ۲).

شمارش‌کلی میکروارگانیسم‌های بی‌هوازی (مخمر و کپک) در محیط کشت DG18[3]

ابتدا g۱ نمونه در زیر هود میکروبی در آزمایشگاه وزن شد و در cc ۱۰ محلول رینگر حل شد، سپس به روش CFU یک سری ۶ تایی لوله حاوی آب مقطر استریل با افزودن cc ۱ از نمونه به لوله شماره ۱ سریال رقت تهیه شد و سپس در محیط کشت DG18 به صورت پور پلیت دو لایه کشت داده شد. و به مدت ۳ روز در جار بی‌هوازی ºC ۲۵ به منظور شمارش کپک و مخمر انکوبه شد (۱، ۳).

ارزیابی حسی (ظاهر، بافت، مزه، بو، رنگ)

به منظور ارزیابی ویژگی‌های حسی نمونه‌های کوجه گیلاسی با استفاده از آزمایش قابلیت پذیرش حسی توسط ۱۰ نفر ارزیاب آموزش دیده با روش هدونیک ۵ نقطه‌ای برروی ویژگی‌های ظاهر، بافت، مزه، بو و رنگ صورت پذیرفت. ارزیاب‌ها صفات ظاهر، بافت، مزه، بو و رنگ را با استفاده از یک رتبه‌بندی به صورت ۱،۲،۳،۴،۵ به ترتیب برای بسیار خوب، خوب، متوسط، بد، بسیار بد انجام گردید (۱۹).

روش تجزیه و تحلیل آماری

در این پژوهش سه فاکتور مستقل الف: نوع بسته‌بندی انعطاف پذیر چند لایه (فاکتورC) در ۳ سطح C1 تا C3 (پوشش۳ لایه PET12/AL12/LLD80، پوشش ۴ لایه PET12/AL7/PET12/LLD80، پوشش ۳ لایه PET12/AL7/LLD80) و ب: فاکتور شرایط بسته‌بندی (A) در ۵ سطح A1 تا A5 (۷۰ درصد گاز CO_2 + ۳۰ درصد گاز N_2، ۳۰ درصد گاز CO_2 +۷۰ درصد گاز N_2 ، ۴۹ درصد گاز CO_2 + ۴۹ درصد گاز N_2 و۲ درصد گاز O_2، خلأ و بسته‌بندی شاهد و ج: فاکتور زمان نگهداری (Z) در ۴ سطح Z 1 تا Z 5 (روزهای۷ ،۱۴، ۲۱،۲۸) ، بر رشد باکتری‌های هوازی و بی‌هوازی و خواص حسی گوجه گیلاسی مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها در قالب طرح کاملا تصادفی و با آزمایش فاکتوریل در سه تکرار طراحی شد. داده‌ها پس از جمع آوری، مرتب شده و با استفاده از نرم افزار SPSS ورژن ۲۲ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

نتایج

شمارش کلی باکتری‌های هوازی

با توجه به جدول مقایسه میانگین شمارش باکتری‌های هوازی گوجه گیلاسی بسته‌بندی شده در طی مدت زمان نگهداری (جدول ۱) روند تغییرات شمارش باکتری‌های هوازی برای کلیه تیمارها یکسان بود. همانگونه که مشاهده می‌گردد در کلیه تیمارها در طی مدت زمان نگهداری شمارش باکتری‌های هوازی افزایش معنی‌دار داشت ($p \leq ۰/۰۵$). با توجه به جدول در روزهای هفتم، چهاردهم، بیست‌ویکم افزایش معنی‌دار در مقدار باکتری‌های هوازی مشاهده شد و در روز بیست‌وهشتم افزایش معنی‌دار با شدت بالاتری حاصل گردید. نتایج نشان دادند که بیشترین میانگین تیمار در زمان شمارش باکتری‌های هوازی (۶/۴۶ log cfu/ml) پس از بیست‌وهشت روز نگهداری متعلق به تیمار C3A5 با پوشش ۳ لایه PET12/AL7/LLD80 و بسته‌بندی بدون تزریق گاز بود. همچنین کمترین میانگین تیمار در زمان شمارش باکتری‌های هوازی (۵/۹۵ log cfu/ml) پس از بیست‌وهشت

[1] Plate Count Agar

[2] Entribacteriaceae Enrichment Broth

[3] Dichloran18%Glycerol

روز نگهداری را تیمار C2A1 با پوشش ۴ لایه PET12/AL7/PET12/LLD80 و بسته‌بندی تحت شرایط ۷۰ درصد گاز CO_2 و ۳۰ درصدگاز N2 به خود اختصاص داده بودکه با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت ($p \geq ۰/۰۵$).

جدول ۲: نتایج شمارش کلی باکتری‌های هوازی (log cfu/ml) گوجه گیلاسی بسته‌بندی شده در فیلم‌های چندلایه انعطاف پذیر و اتمسفر اصلاح شده.

تیمار	روز۷	روز۱۴	روز۲۱	روز۲۸
C1A1	٤/۳۰±۰/۰۰^{i}	۵/۱۷±۰/۰۰^{j}	۵/۶۰±۰/۰۰^{j}	۶/۰٤±۰/۰۰^{j}
C2A1	۳/۹۹±۰/۰۰^{j}	٤/۹۹±۰/۰۰^{l}	۵/٤۷±۰/۰۰^{k}	۵/۹۵±۰/۰۰^{k}
C3A1	٤/٤۷±۰/۰۰^{g}	۵/٤۷±۰/۰۰^{g}	۵/۶۹±۰/۰۰^{i}	۶/۱٤±۰/۰۰^{h}
C1A2	٤/٤۷±۰/۰۰^{g}	۵/۳۰±۰/۰۰^{i}	۵/۷۷±۰/۰۰^{h}	۶/۱۱±۰/۰۰^{i}
C2A2	٤/۳۰±۰/۰۰^{i}	۵/۱٤±۰/۰۰^{k}	۵/۶۹±۰/۰۰^{i}	۶/۰٤±۰/۰۰^{j}
C3A2	٤/۶۵±۰/۰۰^{e}	۵/۶۰±۰/۰۰^{f}	۵/۹۰±۰/۰۰^{f}	۶/۲۰±۰/۰۰^{g}
C1A3	٤/۶۰±۰/۰۰^{f}	۵/٤۷±۰/۰۰^{g}	۵/۸٤±۰/۰۰^{g}	۶/۲۰±۰/۰۰^{g}
C2A3	٤/۳۹±۰/۰۰^{h}	۵/۳۹±۰/۰۰^{h}	۵/۷۷±۰/۰۰^{h}	۶/۱٤±۰/۰۰^{h}
C3A3	٤/۶۹±۰/۰۰^{d}	۵/۶۹±۰/۰۰^{d}	۶/۰٤±۰/۰۰^{d}	۶/۲۷±۰/۰۰^{e}
C1A4	٤/۶۹±۰/۰۰^{d}	۵/۶۰±۰/۰۰^{f}	۵/۹۵±۰/۰۰^{e}	۶/۲۵±۰/۰۰^{f}
C2A4	٤/٤۷±۰/۰۰^{g}	۵/٤۷±۰/۰۰^{g}	۵/۸٤±۰/۰۰^{g}	۶/۲۰±۰/۰۰^{g}
C3A4	٤/۷٤±۰/۰۰^{c}	۵/۸٤±۰/۰۰^{b}	۶/۱۱±۰/۰۰^{c}	۶/۳۲±۰/۰۰^{d}
C1A5	٤/۹۰±۰/۰۰^{b}	۵/۷۷±۰/۰۰^{c}	۶/۱٤±۰/۰۰^{b}	۶/۳۹±۰/۰۰^{b}
C2A5	٤/۶۹±۰/۰۰^{d}	۵/۶۵±۰/۰۰^{e}	۶/۰٤±۰/۰۰^{d}	۶/۳٤±۰/۰۰^{c}
C3A5	٤/۹۵±۰/۰۰^{a}	۶/۰۷±۰/۰۰^{a}	۶/٤۹±۰/۰۰^{a}	۶/٤۶±۰/۰۰^{a}

مقادیر دارای حروف متفاوت در هر ۴ ستون اختلاف معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۵$) دارند.

شمارش باکتری‌های بی‌هوازی (کپک و مخمر)

با توجه به جدول مقایسه میانگین شمارش باکتری‌های بی‌هوازی گوجه گیلاسی بسته‌بندی شده در طی مدت زمان نگهداری (جدول ۲) روند تغییرات شمارش باکتری‌های بی‌هوازی برای کلیه تیمارها یکسان بود. همانگونه که مشاهده می‌گردد در کلیه تیمارها با افزایش زمان نگهداری شمارش باکتری‌های بی‌هوازی افزایش معنی‌دار داشت ($p \leq ۰/۰۵$). نتایج نشان دادند که بیشترین میانگین تیمار در زمان شمارش باکتری‌های بی‌هوازی (۴/۴۷log cfu/ml) پس از بیست‌وهشت روز نگهداری متعلق به تیمار C3A5 با پوشش ۳ لایه PET12/AL7/LLD80 و بسته‌بندی بدون تزریق گاز بود. کمترین میانگین تیمار در زمان شمارش باکتری‌های بی‌هوازی (۳/۶۹ log cfu/ml) پس از بیست‌وهشت روز نگهداری را تیمار C2A1 با پوشش ۴ لایه PET12/AL7/PET12/LLD80 و بسته‌بندی تحت شرایط ۷۰ درصد گاز CO_2 و ۳۰ درصد گاز N2 به خود اختصاص داده بود.

میزان آب تراوش شده

با توجه به جدول مقایسه میانگین آب تراوش شده گوجه گیلاسی بسته‌بندی شده در طی مدت زمان نگهداری (جدول ۳) روند تغییرات مقدار آب تراوش شده برای کلیه تیمارها یکسان بود. همانگونه که مشاهده می‌شود در کلیه تیمارها با افزایش زمان نگهداری، میزان آب تراوش شده بطور معنی‌دار افزایش یافت ($p \leq ۰/۰۵$). نتایج نشان دادند که بیشترین میانگین تیمار در زمان آب تراوش شده (۰/۰۵۵۸) پس از بیست وهشت روز نگهداری متعلق به تیمار C3A5 با پوشش ۳ لایه PET12/AL7/LLD80 و بسته‌بندی بدون تزریق گاز بود. و

کمترین میانگین تیمار در زمان آب تراوش شده (۰/۰۱۹۹) پس از بیست‌وهشت روز نگهداری را تیمار C2A1 با پوشش ۴ لایه PET12/AL7/PET12/LLD80 و بسته‌بندی تحت شرایط ۷۰ درصدگاز CO_2 و۳۰ درصد گاز N2 به خود اختصاص داده بودکه با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت ($p \geq ۰/۰۵$).

ارزیابی حسی

نتایج مقایسه تیمارهای مختلف نشان می‌دهد که در کل با توجه به نوع پوشش‌های انعطاف پذیر چند لایه، شرایط بسته‌بندی و زمان نگهداری در گوجه‌های گیلاسی اثرات ملموسی بر خصوصیات حسی ظاهر، بافت، مزه، بو، رنگ دارد. با توجه به نمودار ۱ همانطور که مشاهده می‌شود نتایج اثر متقابل پوشش، زمان بر صفات ظاهر، رنگ، بافت و رایحه در روزهای هفتم، چهاردهم، بیست و یکم و بیست‌وهشتم نشان داد که تیمار C3A5 با پوشش سه لایه با آلومینیوم ضعیف کمترین و تیمار C2A1 با پوشش چهار لایه بیشترین اثر را روی خواص حسی گذاشتند. از طرفی نتایج اثر متقابل گاز، زمان (روز) بر صفات ظاهر، رنگ، بافت، بو و رایحه در روزهای هفتم، چهاردهم، بیست‌ویکم و بیست‌وهشتم ، حالت شاهد (بسته‌بندی بدون تزریق گاز) بیشترین امتیاز ارزیابی حسی و ترکیب گاز (۷۰ درصد CO_2 و ۳۰ درصد N_2) و خلا کمترین امتیاز ارزیابی حسی و بهترین اثر را روی صفات حسی به خود اختصاص داد. نتایج اثر متقابل پوشش، گاز بر صفات ظاهر، رنگ، بافت، رایحه نشان داد که پوشش سوم (سه لایه با آلومینیوم ضعیف) در نمونه شاهد کمترین و پوشش دوم، (چهار لایه) به همراه ترکیب گاز (۳۰ درصد N_2 و ۷۰ درصد CO_2) بیشترین اثر را روی خواص حسی گذاشتند.

بحث

با توجه به نتایج می‌توان اظهار داشت تأثیر سه گانه ترکیب گازی، زمان و پوشش‌های مختلف بر روی شمارش کلی باکتری‌های هوازی و باکتری‌های بی‌هوازی (کپک و مخمر) در همه تیمارها یک روند افزایشی داشت که در روزهای هفتم، چهاردهم، بیست‌ویکم افزایش معنی‌داری مشاهده شد و در روز بیستم‌وهشتم افزایش معنی‌دار با شدت بالاتری حاصل گردید به گونه‌ای که بیشترین شمارش باکتری‌های هوازی و کپک و مخمر در روز بیستم‌وهشتم در پوشش سه لایه با آلومینیوم ضعیف مربوط به نمونه شاهد که علت افزایش، امکان رشد و تکثیر باکتری‌ها با گذشت زمان است و کمترین شمارش در روز هفتم مربوط به ترکیب گازی ۷۰ درصد CO_2 و ۳۰ درصد N_2 و خلاء و پوشش ۴ لایه بود. بطور کلی می‌توان گفت بهترین اثر متقابل دو گانه را در روند رشد باکتری‌های هوازی و بی‌هوازی (کپک و مخمر) مربوط به پوشش چهار لایه به همراه ترکیب گازی (۷۰ درصد CO_2 و ۳۰ درصد N_2) است. که علت به خاطر ضخامت بالا (μ ۱۱۱) ، اتمسفر داخل بسته‌بندی و بازه زمانی و تعداد لایه بیشترو قدرت نفوذ پذیری کم به بخار آب بسته‌بندی۴ لایه نسبت به پوشش‌های سه لایه است. از طرفی علت کاهش شمارش باکتری‌های هوازی و کپک و مخمر به دلیل نوع ترکیب گازی بسته‌ها و خاصیت میکروب‌کشی گاز CO_2 است که باعث کاهش تعداد میکروارگانیسم‌ها در روز هفتم شده است.

لشگری (۱۳۸۴) بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده انار را مورد بررسی قرا دادند. طی این پژوهش انارها در دو نوع پوشش پلیمری با دو ترکیب متفاوت گازی در دو دمای ۲ºC و ۶ ºC رطوبت ۹۰-۸۵ درصد به مدت ۱۲۰ روز نگهداری شدند. نتایج نشان داد که ترکیب گازی حاوی ۵ درصد اکسیژن و ۵ درصد دی‌اکسیدکربن و ۹۰ درصد نیتروژن و دمای ۶ ºC بهترین شرایط نگهداری در این مدت بوده است که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت (۴). در همین راستا زند و الله یاری (۲۰۱۳) نان قندی بعد از زمان ۳ هفته تحت تاثیر پوشش‌های انعطاف‌پذیر چند لایه و اتمسفر اصلاح شده (۳۰ درصد N_2 و۷۰ درصد CO_2) را بررسی کردند و گزارش نمودند که با توجه به مشابهت تیمارهای گازی و نوع پوشش بسته‌بندی با نتایج این تحقیق از نظر شمارش کلی باکتری هوازی و بی‌هوازی (کپک و مخمر) مطابقت داشته است (۲۰).

تیان و جیانگ[۱] (۲۰۰۴) تاثیر اتمسفرهای مختلف و غلظت‌های مختلف اکسیژن و دیاکسیدکربن را بر فرآیندهای فیزیولوژیکی و کیفیت و انبارداری گیلاس بررسی نموده و مشاهده کردند که ترکیب ۵ درصد اکسیژن

[۱] Tian & jiang

و ۱۰ درصد دیاکسیدکربن بیشترین تاثیر را در جلوگیری از آنزیم پلی فنول اکسیداز (PPO[۱]) و پراکسیداز (POD[۲]) داشته و از قهوه‌ای شدن گوشت میوه نیز جلوگیری کرد. ضمنا پوسیدگی را کاهش و سفتی گوشت میوه را افزایش داد و در کل عمرانباری افزایش یافت. این نتایج با یافته‌های این تحقیق در یک راستا بود (۲۱).

زند[۳] (۲۰۱۳) طی گزارشی بیان کرد بسته‌بندی خوراک سبزی در ۴ لایه در طول ۶۰ روز بهتر از بسته‌بندی ۳ لایه ارزیابی شد. رشد هوازی‌ها و بی‌هوازی‌ها (کپک و مخمر) در نمونه‌های خوراک بسته‌بندی شده در مدت نگهداری در محدوده استاندارد بود که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (۲۲).

در مطالعه‌ی دیگری فاگوندس[۴] و همکاران (۲۰۱۵) اثر اتمسفر اصلاح شده فعال و نگهداری در دمای سرد (۵°C) را بر روی کیفیت گوجه‌های گیلاسی بررسی کردند. ترکیب اتمسفر استفاده شده برای بسته‌بندی شامل ۵ درصد O_2 و ۵ درصد CO_2 بود و هوای مصنوعی به عنوان نمونه شاهد انتخاب شد. با توجه به نوع تیمارهای گازی با نتایج این تحقیق از نظر روند رشد هوازی‌ها و بی‌هوازی‌ها مطابقت داشته است (۱۳). این روند با نتایج گزارش شده توسط استایر[۵] و همکاران (۱۹۸۱)، در مورد اینکه میکروارگانیسم‌های هوازی و بی‌هوازی (کپک و مخمر) نسبت به گاز دی‌اکسیدکربن حساس بوده و این مسأله همراه با نیازشان به اکسیژن باعث شده است که در بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده برای کنترل مواد غذایی به کار گرفته شوند. باکتری گرم منفی در مقایسه با باکتری گرم مثبت نسبت به دی‌اکسیدکربن حساس‌تر می‌باشند که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت (۲۳). در مطالعه‌ی دیگری تاثیر بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده را بر افزایش مدت ماندگاری در دمای سرد گوجه گیلاسی را بررسی کردند. با توجه به مشابهت تیمارهای گازی با نتایج این تحقیق از نظر روند رشد هوازی‌ها مطابقت داشته است (۲۴).

زند و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی دیگر در خصوص اثر بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده و پوشش‌های انعطاف پذیر چند بر روی تعداد باکتری کلستریدیوم ماهی سفید دودی در دمای یخچال (۴°C) انجام گردید. ارزیابی‌های انجام شده نشان داد که غلظت CO_2 باعث افزایش عمر ماهی سفید دودی شده است. همچنین بیان کردند بهترین شرایط از لحاظ ماندگاری و خواص حسی متعلق به ترکیب گازی ۷۰ درصد CO_2 و پوشش ۴ لایه است که با نتایج تحقیق حاضر در رابطه با شمارش کلی باکتری‌های بی هوازی مطابقت داشت (۲۵).

نتایج حاصل از ارزیابی تغییرات میزان آب تراوش شده نشاندهنده‌ی این بود که در کلیه پوشش‌ها در طی مدت زمان نگهداری افزایش معنی‌دار در مقدار آب تراوش شده وجود داشت. که بیشترین مقدار آب تراوش شده در پوشش سه لایه با آلومینیوم ضعیف در نمونه شاهد روز بیست و هشتم و کمترین مقدار در پوشش چهار لایه به همراه ترکیب گاز (۳۰ درصد N_2 و ۷۰ درصد CO_2) در روز هفتم بود، که علت آن را ضخامت و خاصیت نفوذ پذیری کم بسته‌بندی چهار لایه به بخار آب است و نیز ترکیب گازی مورد استفاده با قابلیت نگهداری بالا دانست.

رکنی و همکاران (۱۳۸۰) در مطالعه‌ی گوشت تازه گوسفند بسته‌بندی شده با اتمسفر اصلاح شده، دریافتند که با گذشتن روزهای نگهداری میزان آب تراوش شده افزایش می‌یابد. ضمن اینکه در هر کدام از روزهای آزمون تیمارهای حاوی درصد بالاتر دی‌اکسیدکربن ، خونابه کمتری داشته و بهتر حفظ شده است. با توجه به مشابهت تیمارهای گازی نتایج این تحقیق با اطلاعات به‌دست آمده از این آزمایشات در یک راستا بود (۵). زند[۶] (۲۰۱۳) بیان کرد بسته‌بندی خوراک قارچ و سبزی در پوشش ۴ لایه در طول ۶۰ روز بهتر از بسته بندی ۳ لایه ارزیابی شد. میزان آب تراوش شده در نمونه‌های بسته‌بندی شده با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (۲۱، ۲۶).

فاگوندس[۷] و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای اثر اتمسفر اصلاح شده فعال و نگهداری در دمای سرد (۵ °C)

---

۱ Polyphenoloxidases
۲ Peroxidase
۳ Zand
۴ Fagundes
۵ Stier
۶ Zand
۷ Fagundes

را بر روی کیفیت گوجه‌های گیلاسی بررسی کردند. ترکیب اتمسفر استفاده شده برای بسته‌بندی شامل ۵ درصد O_2 و ۵ درصد CO_2 بود و هوای مصنوعی به عنوان نمونه شاهد انتخاب شد. با توجه به نوع تیمارهای گازی با نتایج این تحقیق از نظر روند تغییرات آب تراوش شده مطابقت داشته است (۱۳). در مطالعه‌ی دیگری چوی[۱] و همکاران (۲۰۱۵) تاثیر بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده را بر افزایش مدت ماندگاری در دمای سرد گوجه گیلاسی را بررسی کردند. با توجه به مشابهت تیمارهای گازی با نتایج این تحقیق از نظر روند تغییرات آب تراوش شده مطابقت داشته است (۲۴). زند و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی در خصوص اثر بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده و پوشش‌های انعطاف پذیر چند لایه در افزایش زمان ماندگاری گوشت تازه شتر مرغ انجام دادند با توجه به مشابهت تیمارهای گازی و نوع پوشش بسته‌بندی با نتایج این تحقیق از نظر روند تغییرات آب تراوش شده مطابقت داشته است (۲۷). همچنین در مطالعه‌ی دیگری توسط زند و همکاران (۲۰۱۶) که بر روی اثر بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده و پوشش‌های انعطاف پذیر چند لایه در افزایش زمان ماندگاری ماهی سفید دودی انجام گرفت که با توجه به مشابهت تیمارهای گازی و نوع پوشش بسته‌بندی با نتایج این تحقیق از نظر مقدار آب تراوش شده و نیز تاثیر آن در تغییرات بافت نمونه مطابقت داشته است (۲۸).

از نظر ارزیابی حسی در این تحقیق می‌توان ادعا نمود اثر پوشش‌های انعطاف پذیر چند لایه، شرایط بسته‌بندی و زمان نگهداری گوجه‌های گیلاسی بر خصوصیات حسی ظاهر، بافت، مزه، بو و رنگ کاملا مشهود بود. در طی مدت زمان نگهداری (یخچال) ۲۸ روزه تیمار C3A5 با پوشش ۳ لایه PET12/AL7/LLD100 و بسته‌بندی بدون تزریق گاز از نظر ارزیابی حسی با کمترین امتیاز و را تیمار C2A1 با پوشش ۴ لایه PET12/AL7/PET12/LLD100 و بسته‌بندی تحت شرایط (۷۰ درصد CO_2 و ۳۰ درصد N_2) و خلاء از بالاترین امتیاز پذیرش حسی برخوردار بوده است و این به خاطر اتمسفر بسته است که کمترین اثر منفی را روی خواص حسی در طول زمان نگهداری محصول می‌گذارد. در نتیجه پوشش چهار لایه به علت نفوذ ناپذیری و ضخامت بالا خاصیت نگهداری بالای ترکیب گاز ۱ بهترین اثر را روی خواص حسی بسته در طول زمان نگهداری داشته است. به عبارت دیگر افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن و کاهش غلظت اکسیژن، شدت تنفس و فعالیتهای متابولیکی میوه را به حداقل می رساند و بسته‌بندی در اتمسفر اصلاح شده با کاهش یا جلوگیری از فعالیت های آنزیم‌های تجزیه‌کننده پکتین موجب حفظ سفتی بافت میوه، کاهش تولید اتیلن و حساسیت به آن، کند شدن روند نرم شدن میوه شده و رسیدگی را به تاخیر می‌اندازد همچنین باعث حفظ رنگ و ویتامینهای میوه می‌شود (۲۹).

سینگ[۲] و همکاران (۱۹۷۲) در مطالعه‌ای با کاهش O_2 (۲ تا ۵ درصد) و افزایش CO_2 (۲/۵ درصد) در فضای بسته می‌توان از دست دادن رنگ سبز در کاهو Crrsphead را به تاخیر انداخت. با افزایش مقدار CO_2 در فضای بسته، رنگدانه‌های لوبیا سبز، زردآلو و هلو کاهش یافته است که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت (۳۰). پرتل[۳] و همکاران (۲۰۰۰) تاثیر بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده را روی عمر پس از برداشت سه واریته زردآلو گزارش کردند. آنها در این آزمایش از چهار نوع پوشش پلاستیکی مختلف استفاده کرده و مشاهده نمودند که در طی نگهداری میزان تنفس و سنتز اتیلن کاهش یافت و در پوششی که حداقل نفوذپذیری را نسبت به اکسیژن داشت، این کاهش واضح‌تر بود (۳۱). زند و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهش دیگری ماهی سفید دودی تحت تاثیر پوشش‌های انعطاف پذیر چند لایه و تحت اتمسفر اصلاح شده (۳۰ درصد N_2 و ۷۰ درصد CO_2) را بررسی کردند که با توجه به نوع تیمارهای گازی و پوشش بسته‌بندی با نتایج این تحقیق از نظر خواص حسی مطابقت داشته است (۲۸). لیپنون[۴] (۱۹۷۵) ساقه‌های مارچوبه را در ۴ ^oC تحت اتمسفر تغییر یافته با حدود ۱۲ درصد CO_2 نگه داشت، سفت شدن بافت آن به طور قابل توجهی به تاخیر افتاد. براکلی نگهداری شده در فضای ۱۰ درصد CO_2 و دمای ۵ ^oC به مدت بیش از ۲ هفته تردی خود را حفظ نمود جالب توجه است که کاهش O_2 هیچ اثری روی حفظ تردی مارچوبه و براکلی نداشت که با نتایج این تحقیق مشابهت داشت (۳۲).

---

[۱] Choi

[۲] Singh

[۳] Pretel

[۴] Lipton

زند و مایلوا[1] (۲۰۱۰) در پژوهشی مشابه به این نتیجه رسیدند که بسته‌بندی با پوشش چهار لایه خواص حسی مواد غذایی را بهتر حفظ می‌کند (۱۷). در مطالعات دیگری مشخص گردید افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن و کاهش غلظت اکسیژن، شدت تنفس و فعالیتهای متابولیکی میوه را به حداقل می‌رساند و بسته‌بندی در اتمسفراصلاح شده با کاهش یا جلوگیری از فعالیتهای آنزیم‌های تجزیه‌کننده پکتین موجب حفظ سفتی بافت میوه، کاهش تولید و اتیلن و حساسیت به آن، کند شدن روند نرم شدن میوه شده و رسیدگی را به تاخیر می‌اندازد، همچنین باعث حفظ رنگ و ویتامین‌های میوه می‌شود (۲۹). همچنین کنه و هاتفیلد[2] (۱۹۸۳) گزارش کردند که میزان تخریب کلروفیل در پوست سیب در اتمسفر تغییر یافته با ۲/۵ تا ۴ درصد O_2 به نصف تقلیل می‌یابد (۳۳).

جدول ۳ - نتایج شمارش کپک و مخمر (log cfu/ml) گوجه گیلاسی بسته‌بندی شده در فیلم‌های چندلایه انعطاف پذیر و اتمسفر اصلاح شده.

تیمار	روز۷	روز۱۴	روز۲۱	روز۲۸
C1A1	۲/۹۹±۰/۰۰^{h}	۳/۳۰±۰/۰۰^{h}	۳/۶۰±۰/۰۰^{i}	۳/۷۷±۰/۰۰^{i}
C2A1	۲/۶۹±۰/۰۰^{i}	۲/۹۹±۰/۰۰^{j}	۳/۴۷±۰/۰۰^{k}	۳/۶۹±۰/۰۰^{j}
C3A1	۳/۳۰±۰/۰۰^{f}	۳/۴۷±۰/۰۰^{f}	۳/۶۹±۰/۰۰^{g}	۳/۸۴±۰/۰۰^{h}
C1A2	۳/۳۰±۰/۰۰^{f}	۳/۳۹±۰/۰۰^{g}	۳/۶۵±۰/۰۰^{h}	۳/۸۴±۰/۰۰^{h}
C2A2	۲/۹۹±۰/۰۰^{h}	۳/۲۳±۰/۰۰^{i}	۳/۵۴±۰/۰۰^{j}	۳/۷۷±۰/۰۰^{i}
C3A2	۳/۴۷±۰/۰۰^{d}	۳/۵۴±۰/۰۰^{e}	۳/۹۰±۰/۰۰^{d}	۳/۹۵±۰/۰۰^{f}
C1A3	۳/۳۹±۰/۰۰^{e}	۳/۴۷±۰/۰۰^{f}	۳/۶۹±۰/۰۰^{g}	۳/۹۰±۰/۰۰^{g}
C2A3	۳/۱۷±۰/۰۰^{g}	۳/۳۰±۰/۰۰^{h}	۳/۶۰±۰/۰۰^{i}	۳/۸۴±۰/۰۰^{h}
C3A3	۳/۵۴±۰/۰۰^{c}	۳/۶۰±۰/۰۰^{d}	۴/۰۴±۰/۰۰^{c}	۴/۱۱±۰/۰۰^{c}
C1A4	۳/۴۷±۰/۰۰^{d}	۳/۶۰±۰/۰۰^{d}	۳/۷۷±۰/۰۰^{f}	۳/۹۵±۰/۰۰^{f}
C2A4	۳/۳۰±۰/۰۰^{f}	۳/۳۹±۰/۰۰^{g}	۳/۶۹±۰/۰۰^{g}	۳/۹۰±۰/۰۰^{g}
C3A4	۳/۶۰±۰/۰۰^{b}	۳/۶۵±۰/۰۰^{c}	۴/۱۱±۰/۰۰^{b}	۴/۲۵±۰/۰۰^{b}
C1A5	۳/۶۰±۰/۰۰^{b}	۳/۷۷±۰/۰۰^{b}	۳/۹۰±۰/۰۰^{d}	۴/۰۷±۰/۰۰^{d}
C2A5	۳/۴۷±۰/۰۰^{d}	۳/۵۴±۰/۰۰^{e}	۳/۸۴±۰/۰۰^{e}	۳/۹۹±۰/۰۰^{e}
C3A5	۳/۷۷±۰/۰۰^{a}	۳/۸۱±۰/۰۰^{a}	۴/۳۲±۰/۰۰^{a}	۴/۴۷±۰/۰۰^{a}

مقادیر دارای حروف متفاوت در هر ۴ ستون اختلاف معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) دارند.

نتیجه‌گیری

استفاده از بسته‌بندی (MAP) با اتمسفر اصلاح شده، برای کنترل فساد کافی نیست، اما روند فساد به تأخیر افتاده است، البته به اثرات منفی CO_2 در مقادیر بالا بر روی طعم و مزه باید توجه شود طبق شواهد شرایط تحت خلاء و (۴ درصد O_2 و ۴۸ درصد CO_2 و ۴۸ درصد N_2) بر مدت ماندگاری تأثیر مشابهی دارند هرچه درصد CO_2 بالا می‌رود مدت ماندگاری نیز بالا می‌رود. وجود دی‌اکسیدکربن به عنوان یک فاکتور اصلی ضدباکتریایی در اتمسفر اصلاح شده می‌باشد و میزان تاثیر گاز بستگی به غلظت اولیه و نهایی گاز درون بسته و درجه حرارت نگهداری و جمعیت اولیه میکروبی دارد. CO_2 مرحله تاخیر و زمان تولید باکتری‌های هوازی را طولانی می‌کند و همچنین محیط را مقداری اسیدی کرده و این مسئله باعث کاهش رشد می‌شود. البته این تکنولوژی برای مواد غذایی که میکروارگانیسم عامل فساد آنها هوازی،گرم منفی، سرمادوست موثر است. طبق نتایج بهترین شرایط نگهداری متعلق به نمونه‌های موجود در پوشش چهار لایه به همراه

[1] Mailova

[2] Knee & Hatfield

ترکیب گازی یک (۳۰ درصد N_2 و ۷۰ درصد CO_2) است که تا ۲۸ روز عمر ماندگاری گوجه گیلاسی را افزایش داد. بسته‌بندی نمونه‌ها با پوشش چهار لایه نسبت به دو پوشش دیگر ویژگی حفاظت‌کنندگی بهتری دارد. زیرا نفوذپذیری عبوربخار آب در بسته‌هایی با پوشش چهار لایه کمتر از پوشش سه لایه بود، و همینطور نوع اتمسفر ترکیب گازی یک، استفاده از بسته‌بندی با پوشش ۴ لایه به همراه ترکیب گازی یک برای نگهداری ماندگاری گوجه گیلاسی در زمان طولانی بهتر است. خواص حسی نشان داد افزایش دی‌اکسیدکربن همراه پوشش ۴ لایه اثر مطلوب‌تری بر بافت و بو و ظاهر و رنگ و طعم و مزه (به خصوص بافت و مزه) در شرایط اتمسفر اصلاح شده داشت.

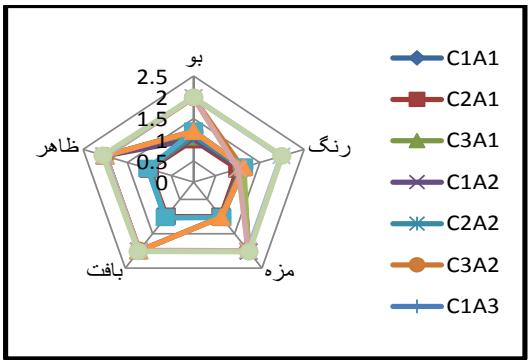
تقدیر و تشکر

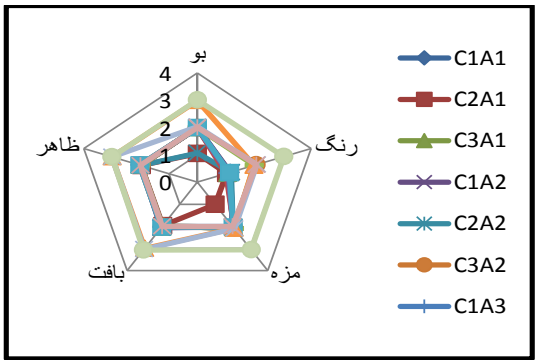
مطالعه حاضر با حمایت های بی دریغ اداره امور آزمایشگاه های دانشکده کشاورزی-دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین-پیشوا و گروه صنایع غذائی-پردیس کشاورزی دانشگاه تهران انجام گرفته است که بدین وسیله از رئیس وکلیه کارشناسان واحدهای دانشگاهی مذکور نهایت تشکر و قدردانی می گردد.

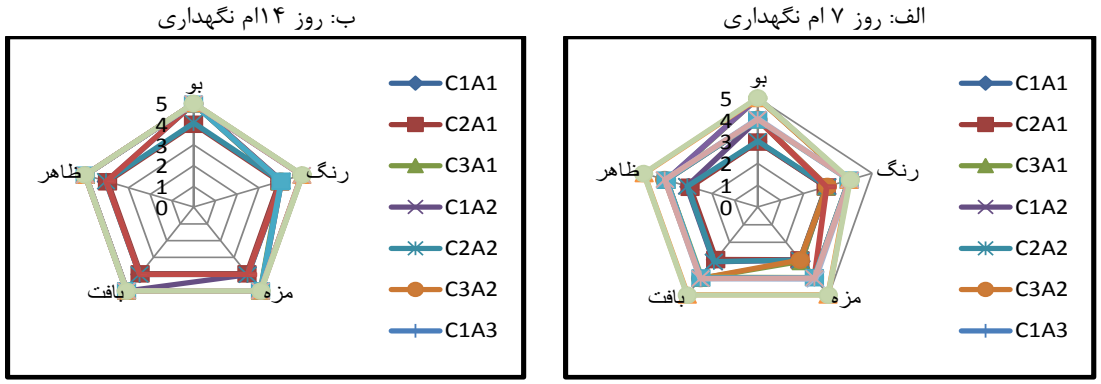
جدول ۴: نتایج درصد آب تراوش شده گوجه گیلاسی بسته‌بندی شده در فیلم‌های چندلایه انعطاف پذیر و اتمسفر اصلاح شده.

تیمار	روز۷	روز۱۴	روز۲۱	روز۲۸
C1A1	۰/۰۰۴۰±۰/۰۰۰۱^{j}	۰/۰۰۹۰±۰/۰۰۰۱^{ef}	۰/۰۱۹۹±۰/۰۰۰۱^{g}	۰/۰۲۳۹±۰/۰۰۰۲^{j}
C2A1	۰/۰۰۳۰±۰/۰۰۰۱^{k}	۰/۰۰۸۰±۰/۰۰۰۱^{f}	۰/۰۱۷۹±۰/۰۰۰۱^{i}	۰/۰۱۹۹±۰/۰۰۰۱^{k}
C3A1	۰/۰۰۵۰±۰/۰۰۰۱^{i}	۰/۰۱۰۰±۰/۰۰۰۱^{def}	۰/۰۲۱۹±۰/۰۰۰۲^{f}	۰/۰۲۷۹±۰/۰۰۰۲^{i}
C1A2	۰/۰۱۰۰±۰/۰۰۰۱^{f}	۰/۰۱۱۹±۰/۰۰۰۱^{cdef}	۰/۰۲۱۹±۰/۰۰۰۲^{f}	۰/۰۳۱۹±۰/۰۰۰۲^{g}
C2A2	۰/۰۰۸۰±۰/۰۰۰۱^{h}	۰/۰۱۰۰±۰/۰۰۰۱^{def}	۰/۰۱۸۹±۰/۰۰۰۱^{h}	۰/۰۲۷۹±۰/۰۰۰۲^{i}
C3A2	۰/۰۱۰۹±۰/۰۰۰۱^{e}	۰/۰۱۲۹±۰/۰۰۰۱^{cde}	۰/۰۲۵۹±۰/۰۰۰۲^{d}	۰/۰۳۱۹±۰/۰۰۰۲^{g}
C1A3	۰/۰۱۰۰±۰/۰۰۰۱^{f}	۰/ ۰۱۱۹±۰/۰۰۰۱^{cdef}	۰/۰۲۵۹±۰/۰۰۰۲^{d}	۰/۰۳۳۹±۰/۰۰۰۲^{f}
C2A3	۰/۰۰۸۰±۰/۰۰۰۱^{h}	۰/۰۱۱۹±۰/۰۰۰۱^{cdef}	۰/۰۲۱۹±۰/۰۰۰۲^{f}	۰/۰۲۹۹±۰/۰۰۰۲^{h}
C3A3	۰/۰۱۱۹±۰/۰۰۰۱^{d}	۰/۰۱۳۹±۰/۰۰۰۱^{cde}	۰/۰۲۹۹±۰/۰۰۰۲^{b}	۰/۰۳۹۹±۰/۰۰۰۲^{d}
C1A4	۰/۰۱۱۹±۰/۰۰۰۱^{d}	۰/۰۱۵۹±۰/۰۰۰۱^{abc}	۰/۰۲۷۹±۰/۰۰۰۲^{c}	۰/۰۳۵۹±۰/۰۰۰۲^{e}
C2A4	۰/۰۰۹۰±۰/۰۰۰۱^{g}	۰/۰۱۲۹±۰/۰۰۰۱^{cde}	۰/۰۲۳۹±۰/۰۰۰۲^{e}	۰/۰۳۱۹±۰/۰۰۰۲^{g}
C3A4	۰/۰۱۲۹±۰/۰۰۰۱^{c}	۰/۰۱۷۹±۰/۰۰۰۱^{ab}	۰/۰۳۳۹±۰/۰۰۰۲^{a}	۰/۰۴۱۸±۰/۰۰۰۳^{c}
C1A5	۰/۰۱۳۹±۰/۰۰۰۱^{b}	۰/۰۱۷۹±۰/۰۰۰۱^{ab}	۰/۰۲۹۹±۰/۰۰۰۲^{b}	۰/۰۴۳۸±۰/۰۰۰۳^{b}
C2A5	۰/۰۱۰۹±۰/۰۰۰۱^{e}	۰/۰۱۲۹±۰/۰۰۰۱^{cde}	۰/۰۲۳۹±۰/۰۰۰۲^{e}	۰/۰۳۹۹±۰/۰۰۰۲^{d}
C3A5	۰/۰۱۴۹±۰/۰۰۰۱^{a}	۰/۰۲۰۰±۰/۰۰۰۱^{a}	۰/۰۳۳۹±۰/۰۰۰۲^{a}	۰/۰۵۵۸±۰/۰۰۰۳^{a}

مقادیر دارای حروف متفاوت در هر ۴ ستون اختلاف معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) دارند.







نمودار ۱ - ارزیابی حسی گوجه‌های گیلاسی بسته‌بندی شده در فیلم‌های چندلایه انعطاف پذیر و اتمسفر اصلاح شده. الف: روز ۷ ام نگهداری ب: روز ۱۴ ام نگهداری پ: روز ۲۱ ام نگهداری ج: روز ۲۸ ام نگهداری.

.منابع مورد استفاده

۱. سازمان ملی استاندارد ایران. گوجه فرنگی درختی_ویژگی‌ها. ۱۳۹۵؛ استاندارد شماره ۲۰۶۰۱.

۲. سازمان ملی استاندارد ایران. میوه‌ها و سبزی‌های تازه. ۱۳۸۸؛ استاندارد شماره ۱۲۵۸۸.

۳. سازمان ملی استاندارد ایران. میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام _روش جامع برای شمارش کپک‌ها و مخمر ها. ۱۳۸۷؛ استاندارد شماره ۱۰۸۹۹.

۴. لشگری ا. ۱۳۸۴.بررسی اثر بسته‌بندی تحت شرایط اتمسفر اصلاح شده بر زمان ماندگاری انار و تعیین شرایط بهینه بسته بندی. پایان نامه کارشناسی ارشد، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران. ۱۳۸۴؛ ۱۱۹ ص.

۵. رکنی ن، رضایی مجاز م، بکایی س. مطالعه مقایسه‌ای تأثیر روشهای بسته‌بندی (معمولی و اتمسفر اصلاح شده) و اثرات ترکیبی آنها با اسید لاکتیک بر زمان ماندگاری گوشت سرد وتازه گوسفند. مجله دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران. ۱۳۸۰؛ ۵۶(۳): ۱۱-۵ .

6. Wold AB, Rosenfeld HJ, Holte K, Baugerød H, Blomhoff R, Haffner K. 2004. Colour of postharvest ripened and vine ripened tomatoes (Lycopersicon esculentum Mill.) as related to total antioxidant capacity and chemical composition. International Journal Food Science & Technologhy. 2004;39(3) : 295–302.
7. Hoeberichts FA, Linus HW, Plas VD, Woltering EJ. Ethylene perception is required for the expression of tomato ripening-related genes and associated physiological changes even at advanced stages of ripening. Postharvest Biology Technology. 2002; 26: 125–133.
8. Pezhman H. Dates manual planting and harvesting. Agricultural Research Education and Extension Organizations publication. 2001.
9. Kadar AA, Zagory D, Kerbel E. L. Modified atmosphere packaging of fruit and vegetables. Critical Reviews Food Science Nutrition. 1989; 28:1-30.
10. Goulas A, Kontominas MG. Effect of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on the shelf-life of refrigerated chub mackerel (*Scomber japonicus*): biochemical and sensory attributes. European Food Research and Technology. 2007; 224: 545-553.
11. Zand N, Hafez pour A. Effect of MAP and Multi-layer Flexible Films on the Growth of Aerobic Bacteria of Fresh Ostrich Meat. International Journal of Medical Research & Health Sciences. 2016[a]; 5(11): 143-151.
12. Zand N, Hafez pour A. Asadolahi S. Effect of MAP and multi-layer flexible films on the growth of anaerobic bacteria of fresh ostrich meat. International Journal of Medical Research & Health Sciences. 2016[b]; 5(11): 182-190.
13. Fagundes C, Moraes K, Pérez-Gago MB, Palou L, Maraschin M, Monteiro AR. Effect of active modified atmosphere and cold storage on the postharvest quality of cherry tomatoes. Postharvest Biology and Technology. 2015; 109: 73-81.
14. Choi DS, Park SH, Seung RC, Jin SK, Ho HC. The combined effects of ultraviolet-C irradiation and modified atmosphere packaging for inactivating Salmonella enterica serovar Typhimurium and extending the shelf life of

cherry tomatoes during cold storage. Food packing and shelf life. 2015; 3: 19-30.
15. Saltveit ME. Is it possible to find an optimal controlled atmosphere. Postharvest Boilogy and Technology. 2003; 27: 3-13.
16. Zand N, Mailova E. Combined packaging material flexible packs characteristics dependence on changes of components composition and quantity. Processing s of Engineering Academy of Armenia (Article in Russian). 2010[a]; 7(1): 129-132.
17. Zand N, Mailova E. The strength of the weld seams of flexible packages depending on the sealing mode. Agro science (Article in Russian) Republic of Armenia, 2010[b]; 1-2: 73-77.
18. Zand N, Mailova E. Theinfluence of thermal processing on hermit city of flexible packaging. Agronomy and Agroecology (Article in Russian) Republic of Armenia. 2010[c]; 2: 96-99.
19. Abdelbary A. Physical and sensory characteristics of Najdi-camel meat .Meat science. 2002; 39(1):59-6.
20. Zand N, Allahyari AS. The influence of MAP and different multilayer flexible films on shelf life extension of candy bread. European Journal of Zoological Research. 2013; 2(3): 29-38.
21. Tian S and Jiang A. Response of physiology and quality of sweet cherry fruit to different atmospheres in storage. Food chemistry. 2004; 87:43-49.
22. Zand N. Combination of high frequency electromagnetic induction with thermal processing for shelf life prolongation of packed vegetables meal. European Journal of Experimental Biology. 2013; 3(3): 246-253.
23. Stier RF, Bell IKA, shafer BD, Brown LA, Seeger ML, Allen BH, procuna M, Nandlerke pA. Effect of modified atmosphere storage on clostridium botuliumtoxigenesis and spoilage microflora of salmon fillest. Journal of food sicence.1981; 96:1639-1642
24. Choi DS, Park SH, Choi RS, Kim JS, Chun HH. The combined effects of ultraviolet-C irradiation and modified atmosphere packaging for inactivating Salmonella enterica serovar Typhimurium and extending the shelf life of cherry tomatoes during cold storage. Food Packaging and Shelf Life , 2015; 3: 19-30.
25. Zand N, Sakian Mohammadi A, Eshaghi M. Influence of MAP and Multi-layer Flexible Pouches on Clostridium Count of Smoked Kutum Fish (Rutilus frisii kutum). International Journal of Medical Research & Health Sciences. 2016; 5(11): 191-198.
26. Zand N. Sterilization of packed mushroom meal by high frequency electromagnetic field. European Journal of Experimental Biology. 2013; 3(2): 598-607.
27. Zand N, Hafez pour A, Asadolahi S. Influence of Multi-layer Flexible Films and Modified Atmosphere Packaging on Sensory Properties of Fresh Ostrich Meat. Der Pharma Chemica. 2016; 8(19): 615-623.
28. Zand N, Sakian Mohammadi A, Eshaghi M. Effect of Modified Atmosphere Packaging and Multi-layer Flexible Films on Sensory Evaluation of Smoked Kutum Fish (*Rutilus frisii kutum)*. Der Pharma Chemica. 2016; 8(19): 600-607.
29. Martinez D, Guillen S, Castillo S, Valero D, Serrano M. 2003, Modified atmosphere packaging maintains quality of table grapes. Journal Food Science. 2003; 68: 1838-1843.
30. Singh B, Yang CC, Salunkhe DK, Rahman AP. controlled atmosphere storage of littuce. I. Effects on quality and respiration rate of lettuce heads. Journal Food science. 1972; 37: 48-51.
31. Pretel M, Souty M. Use of passive and active modified atmosphere packaging to prolong the postharvest life of three varieties of apricot (Prunusarmeniaca L.). European Food Research Technology. 2000; 211: 191-198.
32. Lipton WJ. controlled atmospheres for fresh vegetables and fruits why and when In Postharvest Biology and Handing of fruit and vegetables.Haard , N.F. and Salunkhe, D.K. (eds.). AV1 Publ.co., Westport, CT. 1975; 130-143.
33. Knee M, Hatfield SGS. The metabolism of alcohols by apple fruit tissue. Journal Science Food Agriculture. 1981; 32: 593-600.