نشریه علمی «علوم و فنون بسته‌بندی»
سال سیزدهم، شماره ۴۹، بهار ۱۴۰۱؛ ص ۴۶-۳۵

علمی – مروری

مروری بر بخشی از کاربردهای بسته‌بندی به‌روش اتمسفر اصلاح شده در صنایع غذایی مختلف

فائزه مهدی‌زاده[1*]

۱- کارشناس ارشد مهندسی شیمی، مهندسی شیمی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران

(دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۱۶ ، پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۱۲)

چکیده

مواد غذایی در زمان نگهداری، به شکل‌های مختلفی دچار فساد می‌شوند. این فساد بر بافت، ارزش تغذیه‌ای، کیفیت بهداشتی، طعم و رنگ ماده‌غذایی اثر می‌گذارد. با توجه به گسترش صنایع غذایی در کشور ما، معرفی فرآیندهای نوین در صنایع غذایی مفید به نظر میرسد. از جمله فرآیندهای نوینی که در علم صنایع غذایی ارائه شده است و کاربردهای فراوانی دارد، می‌توان به بسته‌بندی مواد غذایی اشاره‌کرد. بسته‌بندی به روش اتمسفراصلاح شده یکی از مفاهیم نوین در بسته‌بندی مواد غذایی است. بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح‌شده با دستکاری اتمسفر طبیعی هوا (۲۱ درصد اکسیژن، ۷۸ درصد نیتروژن و ۰/۰۳ درصد کربن‌دی‌اکسید)، شرایط جو بسته را به شیوه‌ای مطلوب تغییر می‌دهد که سبب ماندگاری طولانی تر و کیفیت بهتر حین نگهداری مواد غذایی می گردد. روش اتمسفر اصلاح شده در مواد غذایی گوناگون مانند: نان، محصولات لبنی، گوشت قرمز، گوشت مرغ، ماهی، میوه‌ها، سبزیجات، گز و مغزهای درختی، گل و گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرد. موادغذایی بسته بندی شده به روش اتمسفر اصلاح شده، با استفاده از اتمسفر با درصد بالای کربندیاکسید در مقایسه با سایر اتمسفرها، مدت زمان بیشتری نگهداری میشوند و کیفیت مطلوبتری دارند. در این مقاله به مرور به کاربردهای بستهبندی به روش اتمسفر اصلاح شده در مواد غذایی مختلف میپردازیم.

کلیدواژه‌ها: اتمسفر اصلاح شده، بسته‌بندی، صنایع‌غذایی

۱- مقدمه

مواد غذایی هنگام نگهداری ممکن است به اشکال مختلفی دستخوش فساد شوند. این فساد می‌تواند بر طعم، رنگ، بافت، کیفیت بهداشتی و ارزش تغذیه‌ای ماده‌ی غذایی اثر بگذارد. باید توجه شود که ترکیبات و اجزاء حساس و بسیار آماده در مواد غذایی برای انجام واکنش‌های زیان‌آور وجود دارند که به‌سادگی ممکن است تحت تأثیر عوامل محیطی نظیر حرارت، اکسیژن، نور، میکروارگانیسم‌ها و رطوبت گرفتار تغییرات نامناسب و واکنش‌های مخربی شوند [۱]. خروج اکسیژن از محیط برای حفظ و نگهداری ماده‌ی غذایی کافی نیست [۲]. هدف از بسته‌بندی موادغذایی حفاظت غذا در برابر آلودگی‌های فیزیکی و خرابی‌های شیمیایی از جمله نور، گرما، رطوبت، اکسیژن، میکروارگانیسم‌ها، حشرات و گردو خاک و افزایش عمر مفید مواد غذایی است[۵-۳]. انتخاب یک روش بسته‌بندی متناسب با نوع ماده‌ی غذایی، نکته‌ای مهم و پایه‌ای در صنایع غذایی است که اگر به‌درستی انجام شود، موجب می‌شود فراورده‌های غذایی ماندگاری بالاتری داشته باشند و مدت بیشتری بدون افت کیفیت در فروشگاه باقی بمانند و سلامت خود را حفظ کنند [۶]. بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده (MAP)، یک نوع فناوری است که به‌دلیل استفاده از ترکیبات گازی مختلف، انواع فیلم‌های بسته‌بندی، دمای مناسب و پیش تیمارهای مختلف می‌تواند کیفیت تازه فراورده‌های غذایی را بدون عملیات حرارتی و شیمیایی مانند کنسروکردن و خشک‌کردن، حفظ نماید [۷]. بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده، بسته‌بندی با اتمسفرکنترل‌شده و بسته‌بندی تحت خلاء، سه نوع بسته‌بندی از این دسته هستند [۸]. در این پژوهش به بررسی کاربردهای بسته‌بندی به روش اتمسفراصلاح‌شده در مواد غذایی مختلف می‌پردازیم.

۲- استفاده از روش اتمسفر اصلاح شده در صنایع غذایی

در دهه‌ی ۱۹۳۰ میلادی وقتی سبزیجات و میوه‌ها با کشتی جا به جا می‌شد از گاز غلیظ CO_2 برای بالا بردن زمان ماندگاری استفاده می‌گردید. انگلستان به‌عنوان اولین کشور از سیستم اتمسفر اصلاح شده برای محافظت از گوشت خوک و ماهی استفاده کرد. در سال‌های اخیر با توجه به پیشرفت روش‌های بسته‌بندی و استفاده از شیوه‌های نوین و مطابق با استانداردهای

*نویسنده مسئول: faezeh.mehdizadeh1@gmail.com

جهانی استفاده از اتمسفر اصلاح‌شده رو به گسترش است [۹- ۱۰]. در بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده سه گاز اصلی CO_2، O_2 و N_2 استفاده می‌شوند که از این گازها به صورت تنها و یا ترکیبی استفاده می‌گردد [۱۱،۸] با دستکاری اتمسفر طبیعی هوا (۷۸ درصد نیتروژن، ۲۱ درصد اکسیژن و ۰/۰۳ درصد دی‌اکسیدکربن) در یک بسته‌بندی و به منظور دستیابی به زمان ماندگاری طولانی‌تر یا کیفیت بهتر حین نگهداری انجام می‌شود [۱۲]. غلظت گازها (O_2 ,N_2,Co_2) باید با محصول متناسب باشد [۱۳]. هدف این نوع بسته‌بندی ایجاد شرایطی است که در آن فعالیت آنزیمی و میکروبی در محصول به تعویق می‌افتد و در نهایت طول عمر محصول افزایش و نیاز به استفاده از نگهدارنده‌ها کاهش می‌یابد [۸]. انواع بسته‌بندی تحت شرایط اتمسفراصلاح‌شده را می‌توان به دو صورت فعال و غیرفعال اعمال نمود. اتمسفر اصلاح شده به صورت غیر فعال با استفاده از پوشش خاص و از طریق مصرف اکسیژن و تولید دی‌اکسیدکربن در اثر تنفس به وجود می‌آید. به دلیل توانایی محدود تنظیم اتمسفر به صورت غیرفعال، اتمسفری که به صورت فعال تولید می‌گردد، مطلوب‌تر است. اتمسفر فعال به طور معمول از طریق خلاء اندک و جایگزین‌کردن اتمسفر بسته با مخلوط گازی مطلوب یا با استفاده از مواد جاذب اکسیژن، دی‌اکسیدکربن و اتیلن به وجود می‌آید [۱۵-۱۴]. مهم‌ترین مزایای بسته‌بندی موادغذایی به روش اتمسفر اصلاح شده عبارت است از: ۱- صرفه‌جویی در مصرف انرژی به دلیل عدم استفاده از فرایندهای حرارتی و برودتی [16] ۲- افزایش عمر پس از برداشت و حفظ کیفیت محصولات ۳- تنظیم گاز و بخار آب درون بسته ۴- حفظ مواد غذایی در مقابل حشرات و میکروب‌ها ۵- افزایش مقاومت بسته در مقابل نیروهای وارده مثل شوک فیزیکی و فشار وارده بر روی بسته ۶- سهولت توزیع مواد غذایی بسته‌بندی شده در سطوح خرده‌فروش‌ها و مصرف‌کنندگان ۷- جلوگیری و کاهش نابه‌سامانی‌های فیزیولوژیک ۸- سهولت سردکردن مواد غذایی بسته‌بندی شده و... [۱۷].

۲-۱- کاربرد روش اتمسفر اصلاح‌شده در صنعت نانوایی

نان نیم‌پز شده به دلیل داشتن پوسته‌ی نازک و یا فقدان پوسته و محتوای رطوبتی بالا عمر ماندگاری کوتاهی دارد [۱۸]. به منظور افزایش زمان ماندگاری نان به لحاظ میکروبی می‌توان از نگهدارنده‌های شیمیایی مثل اسیدهای سوربیک، بنزوئیک و پروپیونیک استفاده نمود ولی از آنجایی که مصرف‌کنندگان تمایلی به استفاده از این مواد ندارند [۱۹]؛ بنابراین، بسته‌بندی تحت اتمسفر اصلاح شده راهکاری برای افزایش ماندگاری نان نیم‌پز [۲۰]، نان گندم، چاودار و سویا [۲۳-۲۱] می‌باشد. به‌طور کلی، این نوع بسته‌بندی در دمای $4^{\circ}C$ موجب افزایش نگهداری نان به لحاظ میکروبی تا ۲۱ روز [۲۴] و حتی دو ماه [۲۰] می‌گردد و قادر به تأخیر بیاتی نان به دلیل اثر سودمند دی‌اکسیدکربن بر رتروگراداسیون[1] نشاسته است [۱۸]. همچنین اتمسفر اصلاح‌شده با ترکیب گازی (۱۰۰٪CO_2) و سوربات پتاسیم بر روی ویژگی‌های میکروبی نان ورقه‌شده بهترین تأثیر را در ممانعت‌کردن رشد باکتری دارد [۲۵]. نان قندی تحت تأثیر پوشش‌های انعطاف‌پذیر چند لایه و اتمسفر اصلاح‌شده (۳۰٪ N_2 و۷۰٪ CO_2) به‌مدت ۳ هفته نگهداری می‌شود و بهترین اثر متقابل دو گانه را در روند رشد باکتری‌های هوازی و بی‌هوازی (کپک و مخمر) دارد [26]. برای جلوگیری از رشد کپک‌ها و عدم آلودگی میکروبی، تأخیر در سفت شدن و بیاتی نان، کاهش رطوبت و نبود خصوصیات حسی نامطلوب، اضافه کردن گاز کربن‌دی‌اکسید با غلظت بالا و استفاده از اتمسفر N_2 و CO_2 به مقدار کافی، روش بسیار مناسبی برای نگهداری نان‌های بربری و سنگک تا حداقل ۱۷ روز و نان تست تا حداقل ۱۴ روز در مقایسه با نان‌های بسته‌بندی شده‌ی تحت اتمسفر هوای معمولی است [۲۸-۲۷].

۲-۲- کاربرد روش اتمسفر اصلاح شده در صنعت گوشت قرمز

گوشت تازه در معرض انواع آلودگی و فساد قراردارد؛ از جمله اکسیداسیون میوگلوبین به متمیوگلوبین (با رنگ قهوه ای) و تکثیر بیش از حد جمعیت میکروبی با واکنش‌های پروتئولیتیکی و لیپولیتیکی که باعث تغییر رنگ، چسبندگی و ایجاد طعم نامطبوع می‌شوند [۱۸]. بسته‌بندی با اتمسفر معمولی که برای گوشت خام به کار می‌رود، نسبت به گاز نفوذپذیر است و طول عمر محصول نهایتاً ۳ تا ۴ روز است و بعد از آن تغییر رنگ، طعم و بو مشاهده می‌شود [۱۸، ۲۹]. بسته‌بندی گوشت با اتمسفراصلاح شده باعث حفظ محیط ثابت داخل بسته‌بندی و مانع از نفوذ رطوبت و اکسیژن به داخل آن می‌شود. بسیاری از خواص و زمان ماندگاری و عمر مفید گوشت تقویت می‌شوند [۲۲،۱۶]. ترکیب گاز ۲۰ تا ۳۰ درصد دی‌اکسیدکربن و ۷۰ تا ۸۰ درصد نیتروژن برای فرآورده‌های گوشتی به کار می‌رود. البته با افزودن گاز اکسیژن تا حد کم و یا استفاده از کربن مونواکسید با غلظت کم، می‌توان رنگ تازه گوشت را حفظ کرد [۳۰]. ترکیب گاز مناسب برای این نوع بسته‌بندی در گوشت گاو استفاده از ۸۰ درصد اکسیژن و ۲۰ درصد دی‌اکسیدکربن است که بر بافت گوشت تأثیری ندارد و در عین حال بر رنگ گوشت قرمز تأثیر مثبتی دارد [۳۱] گوشت گاو

[1] Retrogradation

در اتمسفر اصلاح شده با ترکیب گازی ۷۵٪ O_2 + ۲۵٪ Co_2 در دمای C °۱، به مدت ۳ هفته [۳۲] و با ترکیب گازی ۸۰٪ N_2+۲۰٪ Co_2 در دماهای ۱°C و ۴°C، تا ۴ هفته [33] و با ترکیب گازی ۵۵٪ N_2 + ۱۵٪ Co_2 +30٪O_2 در دمای ۴°C، به مدت ۱۴ روز [34] نگهداری شدند و بر بافت گوشت تأثیری ندارد و درعین‌حال بر رنگ گوشت قرمز تأثیر مثبتی دارد. زمان نگهداری گوشت چرخ‌کرده‌ی گاو در اتمسفر ۳۵٪N_2+۵۰٪Co_2 + ۱۵٪ O_2 به مدت ۲ هفته [۳۵]، در اتمسفر ۱۰۰٪ N۲ به مدت ۱۶ روز و در اتمسفر ۱۰۰٪ Co۲ به مدت ۲۴ روز [36] است. استیک گاو در اتمسفر ۳۵٪ N_2 + ۵۰٪ Co_2+ ۱۵٪ O_2 به مدت ۴ هفته [۳۵] و در اتمسفر ۸۰٪O_2 حداقل ۱۴ روز [37] نگهداری شدند. عمر نگهداری گوشت خوک در غلظت ۱۰۰٪ $Co_۲$ دو برابر گوشت‌های در هوای معمولی است [۳۸]. استیک خوک در اتمسفر ۳۵٪N_2 + ۵۰٪Co_2 + ۱۵٪O_2 به مدت ۴ هفته نگهداری می‌شود [35]. زمان ماندگاری گوشت گوسفند در غلظت ۱۰۰٪ CO_2 و دمای ۴°C-۷ دو برابر گوشت‌های در هوای معمولی [۳۸] و در بسته‌بندی معمولی ۴ روز، در بسته‌بندی ۸۰٪N_2+۲۰٪ Co_2 و ۵۰٪ $Co_۲$ + ۵۰٪N_2، ۱۰ روز و در بسته‌بندی ۶۰٪ N_2 +۴۰٪Co_2 تا ۱۳ روز است و با گذشتن روزهای نگهداری میزان آب تراوش شده افزایش می‌یابد. ضمن اینکه در تیمارهای حاوی درصد بالاتر دی اکسیدکربن، خونابه‌ی کمتری وجود دارد و بهتر حفظ می‌شود [۳۹]. نگهداری گوشت تازه‌ی شترمرغ در دمای ۴°C در مخلوط گاز حاوی ۷۰٪ CO_2 [۴۰] و در اتمسفر ۳۰٪ N_2 + ۷۰٪ CO_2 [۴۱]، تا ۱۵ روز قابل قبول است. همچنین افزایش CO_2 بر pH اثر می‌گذارد و باعث کنترل رشد باکتری‌های بی‌هوازی می‌شود و دارای پایین‌ترین میانگین شمارش باکتری است.

۲-۳- کاربرد روش اتمسفر اصلاح‌شده در صنعت گوشت سفید

مصرف گوشت مرغ و ماهی در سال‌های اخیر به دلیل ویژگی‌های حسی مطلوب این فرآورده‌ها به دیدگاه مصرف‌کنندگان مبنی بر سالم بودن آن‌ها در مقایسه با گوشت قرمز افزایش یافته است [۴۲]. شرایط محیطی (نور، رطوبت، اکسیژن و دما)، محتوای آب و میکروارگانیسم‌ها می‌توانند بر کیفیت و فساد این مواد اثرگذار باشند [۴۳]. به همین منظور برای افزایش زمان نگهداری گوشت مرغ و ماهی به صورت تازه و سرد، استفاده از بسته‌بندی اتمسفراصلاح شده به جای بسته‌بندی معمولی پیشنهاد می‌شود، و مقدار گاز کربن‌دی‌اکسید نقش تعیین‌کننده‌ای در نگهداری و کنترل فساد گوشت سفید دارد تا آنجا که حداقل غلظت CO_2 برای تأثیر بازدارندگی بین ۲۰ تا ۳۰ درصد و کیفیت نگهداری آن‌ها در اتمسفرهای ۴۰ و ۵۰ درصد کربن‌دی‌اکسید بهتر است [۴۵- ۴۴]. زمان نگهداری گوشت مرغ در اتمسفر با ترکیب گازی ۳۰٪ N_2 + ۷۰٪ CO_2 سه برابر بیشتر از شرایط نگهداری در هوای معمولی است[۴۶] گوشت مرغ در دمای ۳°C در اتمسفر ۱۰۰٪ CO_2 بیشتر از اتمسفرهای ۲۰٪ CO_2 و ۱۰۰٪ N_2 قابل نگهداری است[47]. ماندگاری خوراک مرغ (با ادویه) در اتمسفر معمولی تا ۷ روز، تحت شرایط خلا تا ۲۱ روز و در اتمسفراصلاح شده ۳۰٪ N_2 + ۷۰٪ CO_2، تا ۲۸ روز [۴۸] و دارای کمترین تغییرات pH، پایین‌ترین میانگین شمارش باکتری و اثر مهارکنندگی بر روی رشد باکتری‌ها، خصوصاً بی‌هوازی‌ها [۴۹] است. بسته‌بندی اتمسفر اصلاح‌شده ۵ یا ۶ روز ماندگاری فیله‌ها ی کپور نقره‌ای را افزایش می‌دهد [۵۱-۵۰]. فیله‌ی تیلاپیای بسته‌بندی شده به روش اتمسفر اصلاح شده در مقایسه با روش تحت خلاء و هوازی دارای کیفیت بهتری بعد از ۱۰ روز [۵۲] و ۱۴روز [۵۳] نگهداری در یخچال است. فیله‌ی اوزون‌برون و مارماهی را با روش اتمسفر اصلاح شده ۶۰٪ Co_2 +۴۰٪ O_2 می‌توان به مدت بیشتر از ۱۵روز در یخچال نگهداری نمود و مقدار مواد ازته فرار و جمعیت باکتری و تشکیل TVN (تغییرات میزان مجموع ازت‌های فرار) کاهش می‌یابد [۵۵-۵۴]. بهترین شرایط به منظور ماندگاری ماهی سفید دودی استفاده از اتمسفر اصلاح شده با ترکیب گازی ۷۰٪CO_2 است [۵۷-۵۶]. برگر ماهی و مرغ با فرمول ۶۷ درصد سوریمی (ماهی چرخ شده) + ۳۷ درصد گوشت مرغ در دمای ۲°C با بسته‌بندی‌های معمولی تا ۶ روز و در اتمسفر اصلاح شده با ترکیب گازی ۳۵٪N_2+۶۵٪CO_2 تا ۱۲ روز قابل نگهداری می‌باشد. بسته‌بندی اتمسفراصلاح‌شده دارای اثر مهاری روی باکتری‌های مزوفیل است و مقادیر کپک و مخمر فقط در روز ۱۲ از حد مجاز بالاتر رفته و مقدار اسید تیوباربیتوریک استاندارد است که نشان از حفظ کیفیت محصول است [۵۸]. بهترین تیمار برای حفظ کیفیت فیله‌ی سیم دریایی، اتمسفر اصلاح شده با ترکیب گازی ۴۰٪ N_2+ ۶۰٪ CO_2 است [۵۹]. بسته‌بندی‌های دارای40-۱۰۰٪ Co_2 [۶۰-۶۱] و اتمسفر ۶۰٪ Co_2+ ۴۰٪ O_2 [۶۲] سبب افزایش زمان ماندگاری *ماهی خاردار اروپایی*[1] در یخچال می‌شود و با کاهش سطح اکسیژن و افزایش سطح دی‌اکسیدکربن بار میکروبی کاهش می‌یابد.

۲-۴- کاربرد روش اتمسفر اصلاح‌شده در میوه‌ها

میوه‌ها دارای بافت زنده و متابولیسمی فعال هستند، برای فعالیت‌های خود به اکسیژن نیاز داشته و در اثر تنفس، دی‌اکسیدکربن تولید می‌کنند. هرچه فعالیت‌های متابولیکی سرعت بیشتری داشته‌باشد، زوال و پیری میوه با سرعت بیشتری اتفاق می‌افتد. اتمسفراصلاح‌شده می‌تواند عمر

[1] Dicentrarchus labrax

پس از برداشت محصول را با کاهش سرعت تنفس، کاهش فعالیت متابولیکی، به تأخیر انداختن قهوه‌ای شدن آنزیمی و حفظ ویژگی‌های ظاهری افزایش دهد [۶۳] و تأثیر کاهش آسیب سرمایی اغلب به نوع محصول، غلظت اکسیژن و کربن‌دی‌اکسید، دما و مدت نگهداری بستگی دارد [۶۴]. درصد O_2مناسب برای بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده میوه‌ها به منظور حفظ ایمنی و کیفیت این محصولات بین ۱-۵٪ است[۶۵] مقدار تخریب کلروفیل در پوست سیب در اتمسفر اصلاح شده با ۲/۵-۴٪ O_2 به نصف کاهش می‌یابد [۶۶]. افزایش غلظت Co_2 یا کاهش میزان اکسیژن در اتمسفر بسته، آسیب سرمایی، شدت تنفس و فعالیت‌های متابولیکی در گریپفروت، زردآلو، شلیل، هلو، گلابی و آناناس را کاهش می‌دهد و با کاهش یا جلوگیری از فعالیت‌های آنزیم‌های تجزیه‌کننده‌ی پکتین موجب حفظ سفتی بافت میوه‌ها، کاهش تولید اتیلن و حساسیت به آن، کند شدن روند نرم شدن میوه‌ها می‌شود و رسیدگی را به تأخیر می‌اندازد، همچنین باعث حفظ رنگ و ویتامین‌های آن‌ها می‌شود[۶۷]. عمر انبارداری میوه‌های زردآلوی ارقام بلیانا[1]، روسیلون[2] [۶۸]، خیار [۶۹]، لیمو [۷۰] در شرایط اتمسفر اصلاح شده افزایش یافته است. تغییرات رنگ، pH و سفتی بافت میوه‌ها در اتمسفرهای با اکسیژن کم به‌دلیل نگه داشتن سطح تنفس و تولید گاز اتیلن، مناسب‌تر است. اتمسفر با مقادیر پایین O_2 و مقادیر بالای CO_2 و استفاده از ترکیب ضدمیکروبی پرکلرین تمشک را در مدت طولانی‌تری حفظ می‌نماید [۷۱]. خیارهایی که در اتمسفر با ۳- ۵٪ Co_2 با اکسیژن محیط نگهداری شدند، فرورفتگی سطحی بسیاری در دمای پایین داشتند [۷۲]. اتمسفر ۱۰٪ Co_2 + ۵٪ O_2 سبب افزایش مقاومت به سرمازدگی شده و میزان کمتر اکسیژن در رفع آسیب سرمایی، حفظ محتوای قندها از جمله فروکتوز، گلوکز و اسیدهای ارگانیک به‌خصوص اسید مالیک در سطوح بالاتر و حفظ کیفیت در خیار بسیار مؤثر است[۷۳]. اتمسفراصلاح‌شده با ترکیب گازی ۷۵٪ N_2 + ۱۵٪ CO_2 + ۱۰٪O_2، همراه با ترکیب پیش تیمار ازن و جاذب رطوبت 5g سبب افزایش ماندگاری خیار به مدت ۶۵ روز می‌شود [۷۴]. بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده در حضور ۳۰٪ CO_2 دارای خاصیت نگهدارندگی بیشتری بر روی دانه‌های انار نسبت به بسته‌بندی‌های در هوای معمولی، ۱۰۰٪ N_2 و ۱۵٪ CO_2 است [۷۵]. با اتمسفرهای ۷۰٪ N_2 + ۳۰٪ CO_2 و ۱۰۰٪ N_2 می‌توان دانه‌های انار را به مدت ۱۱ تا ۱۳ روز در دمای۴ ºC انبارداری نمود و همچنین میزان بالای دی‌اکسیدکربن در بسته‌بندی، باعث کاهش معنی‌دار رشد میکروارگانیسم‌های مزوفیل، سایکروفیل، انتروباکتریاسه و مخمرها می‌شود [۷۶]. بهترین شرایط نگهداری آلبالو [۷۷] و قاچ‌های پرتقال [۷۸] در اتمسفر ۹۰٪ N_2 + ۵٪ CO_2 + ۵٪ O_2 است. بسته‌بندی با اتمسفر ۵٪ CO_2 + ۱۰٪ O_2 سبب کاهش فعالیت آنزیمی پلی‌فنل‌اکسیداز و قهوه‌ای شدن دم گیلاس می‌شود. ضمناً پوسیدگی میوه کاهش، سفتی گوشت میوه افزایش و در کل عمر انبارداری آن افزایش می‌یابد [۷۹]. استفاده از ترکیب گرمادهی متناوب و بسته‌بندی با اتمسفراصلاح‌شده باعث افزایش دوره‌ی ماندگاری میوه‌های هلو در حدود یک هفته بیشتر از شرایط انبار سرد می‌شود [۸۰]. اتمسفر اصلاح‌شده با ترکیب گازی ۹۵٪ N_2 + ۵٪ O_2 و دمای ۴ºC بهترین تیمار برای بسته‌بندی زرشک، دارای بالاترین بریکس و میزان آنتوسیانین، دارای کمترین مقدار درصد کاهش وزن میوه، کمترین مقدار آلودگی میکروارگانیسم‌ها و کپک و مخمر و بیشترین پذیرش ارزیابی حسی است [۸۱]. خرمای خارک و تمر برحی در دمای ۰ºC و اتمسفر ۷۵٪N_2+۲۰٪CO_2+۵٪O_2 دارای ماندگاری طولانی تر (به‌مدت ۱۸۲روز)، کاهش مقدار کپک و مخمر و میزان تجزیه تانن بطور معنی‌دار نسبت به تیمارهای ۵ و ۱۰ درصدCO_2 هستند [۸۲]. خرمای خارک با اتمسفرهای ۸۵٪N_2+۱۰٪CO_2+۵٪O_2 و ۷۵٪ N_2+۲۰٪CO_2+۵٪O_2 و در دمای پایین [۸۳]، بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده غیرفعال در دمای ۴ºC، دارای کمتر از ۱٪ کاهش وزن و کمترین درصد تبدیل به رطب می‌باشد درحالی‌که در بسته‌بندی تحت خلاء اگرچه درصد کاهش وزن و میوه‌های چروکیده حداقل است، اما بخش بزرگی از میوه‌ها به رطب تبدیل می‌شود و سفتی میوه به نحو قابل توجهی کاهش می‌یابد [۸۴]. بهترین شرایط نگهداری رطب شاهانی در دمای ۰ºC از نظر ثابت ماندن شکل ظرف، رنگ رطب و میزان شکرک زدگی اتمسفر ۷۰٪ N_2 + ۳۰٪ CO_2 می‌باشد [۸۵]. همچنین نگهداری رطب در اتمسفر ۴۰٪ CO_2 و دمای ۰ºC، قابلیت ماندگاری محصول نهایی را تا ۲۲۵ روز افزایش می‌دهد. درحالی‌که ماندگاری آن تحت اتمسفر معمولی و دمای یخچال، به طور متوسط ۲۸-۳۵ روز است [۸۶]. بهترین اتمسفر بر کیفیت خرمای سایر (استعمران) از نظر حشره‌زدایی، کاهش زنده‌مانی تعداد پرگنه‌های کپک و مخمر و درصد شکرک زدن، عدم آسیب فیزیولوژیکی مانند تغییر رنگ یا کاهش شدید pH و نگهداری خرما در دمای ۴ ºC، ۱۲٪ N_2 + ۸۵٪ CO_2 + ۳٪ O_2 است [۸۷]. خرمای رقم دگلت نور[3] نور[3] در دمای ۲۰ ºC با اتمسفر ۸۰٪ N_2 + ۲۰٪CO_2 بهترین ماندگاری را به مدت ۶ ماه دارد [۸۸].

[1] Blyana
[2] Rossilon
[3] Deglet Nour

۲-۵- کاربرد روش اتمسفر اصلاح‌شده در سبزیجات

از آن جایی که سبزی‌ها تنفس می‌کنند، بنابراین برخی از آن‌ها که سرعت تنفسی بالاتری دارند احتمال فسادپذیری بیشتری نیز در آن‌ها وجود خواهد داشت (مانند قارچ) ولی برخی که سرعت تنفسی پایین‌تری دارند کمتر در معرض فسادپذیری قرار خواهندگرفت (مانند پیاز و سیب‌زمینی). اتمسفر اصلاح‌شده می‌تواند به کاهش سرعت تنفس سبزیجات کمک و از رشد میکروبی جلوگیری نماید و باعث کاهش فعالیت‌های متابولیکی و اتلاف رطوبت در سبزی‌ها شود [۸۹]. افزایش غلظت CO_2 و یا کاهش O_2 در اتمسفر بسته، آسیب سرمایی در کاهو، لوبیاسبز [۹۰]، آووکادو، سیب زمینی، افشره کدو سبز [۶۷] بادمجان [۹۱]، ذرت شیرین [۹۲] و هویج [۹۳] را کاهش می‌دهد. هویج در اتمسفر ۴ -۱۰٪ CO_2 و ۱- ۲٪ O_2 به‌خوبی حفظ می‌گردد [۹۴]. استفاده از اتمسفر با O_2 کمتر از ۲٪ و ۲-۵٪ CO_2 [۹۵] و اتمسفر ۱۰٪ CO_2 + ۵٪ O_2 نسبت به اتمسفر ۵٪ O_2+۱۰٪ CO_2 و اتمسفر معمولی [۹۶]، به دلیل کند کردن فرایند تنفس، تبخیر، تعرق، سایر فرایندهای متابولیکی و درنتیجه تأخیر در پیری بافت فلفل‌دلمه‌ای، در حفظ خصوصیات کیفی موثرتر واقع می‌شود و سبب نقصان کمتر در کیفیت ظاهری و سفتی بافت فلفل دلمه‌ای می‌گردد. اتمسفر ۵٪ CO_2 + ۵٪ O_2 در دمای ۵°C بر کیفیت گوجه‌های‌گیلاسی [۹۷]، اتمسفر ۸۸٪ N_2 + ۸٪ CO_2 + ۴٪ O_2 با پوشش پلی‌پروپیلن در دمای ۴°C [۹۸] و اتمسفر $5kpaO_2$+$3kpaCO_2$ [۹۹] بر کیفیت گوجه‌های فرنگی، مؤثرترین ترکیب در افزایش عمر ماندگاری این محصولات هستند اتمسفر ۳۰٪ N_2 + ۷۰٪ CO_2 با پوشش ۴ لایه دارای خاصیت ضدمیکروبی بالاتر، تأثیر مطلوب بر مقدار آب تراوش شده، خواص حسی بهتر، اثر مطلوب‌تر بر بافت، بو، ظاهر، رنگ، طعم و مزه (به‌خصوص بافت و مزه) و بهترین اثر متقابل دو گانه را در روند رشد باکتری‌های هوازی و بی‌هوازی (کپک و مخمر) دارد و تا ۲۸ روز عمر ماندگاری گوجه گیلاسی را افزایش می‌دهد [۱۰۰]. ماندگاری کاهو با اتمسفر ۱۰۰٪ O_2 و پوشش‌های پلی‌اتیلنی ۱۶ روز [۱۰۱]، کلم سبز با اتمسفر ۴٪ CO_2 + ۳٪ O_2 در دمای °C ۵ به مدت ۵ روز [۱۰۲] و سالاد سبزیجات (متشکل از کاهو برگ، هویج، خیار) با استفاده از اتمسفر اصلاح‌شده در دمای یخچال ۳روز است. تغییرات رنگ پس از ۴روز از زمان بسته‌بندی معنی‌دار نیست و در ارزیابی حسی هیچ تغییر طعمی مشاهده نمی‌شود و تردی و تازگی محصول به‌خوبی حفظ می‌شود [۱۰۳]. مناسب‌ترین سطح برای بسته‌بندی اسفناج اتمسفر ۵-۱۴٪ CO_2 + ۶٪ O_2 (به مدت ۷ روز) [۹۴] و اتمسفر ۱۰٪ CO_2 + ۱۰٪ O_2 است و تغییرات کلروفیل کل، a و b در طی بیست روز انبارداری معنی‌دار نیست. با وجود نوسانی بودن شدت رنگ سبز در تیمارهای مختلف، اما این اختلافات معنی دار نیست. با افزایش سطح CO_2 در داخل بسته، از میزان پذیرش محصول کاسته و موجب افزایش pH محصول می‌شود [۱۰۴]. براکلی در دمای ۵°C تحت اتمسفر ۱۰٪ CO_2 بیش از ۲ هفته تردی خود را حفظ می‌نماید. سفت شدن بافت‌های ساقه‌ی مارچوبه را در دمای ۴°C تحت اتمسفر ۱۲٪ CO_2، می‌توان به‌طور قابل توجهی به تأخیر انداخت و کاهش O_2 هیچ اثری روی حفظ تردی مارچوبه و براکلی ندارد [۱۰۵]. قارچ در اتمسفر ۲۰٪ CO_2 همراه با اسید نیتریک به مدت ۱۲ روز [۱۰۶] و با اتمسفر ۱۰۰٪ O_2 و پوشش آلژینات سدیم تا ۱۶روز [۱۰۷] با مهار فعالیت پلی‌فنول‌اکسیداز و پراکسیداز در کل ذخیره‌سازی و با کیفیت قابل قبول نگهداری می‌شود؛ به‌صورتی‌که استحکام بافت، تأخیر در باز شدن کلاهک و تغییر رنگ در طول مدت زمان نگهداری قارچ‌های تیمار شده بهتر بود؛ درحالی‌که نگهداری قارچ تنها ۱- ۳ روز در دمای محیط و ۷ و ۸ روز در دمای یخچال با کیفیت قابل قبول است [۱۰۹،۱۰۸].

۲-۶- کاربرد روش اتمسفر اصلاح‌شده در محصولات لبنی

کشک در حقیقت یک فرآورده‌ی فرعی ماست است. هرچه بر کشک، بسته‌بندی حرارتی کمتری انجام شود، ارزش غذایی آن بیشتر خواهد بود و هرچه درصد رطوبت کمتر باشد، از نظر چگالی مواد مغذی ارجحیت خواهد داشت [۱۱۰]. پنیر منبع غلیظ‌شده‌ای از مواد مغذی موجود در شیر است و از لحاظ کیفیت و مقدار پروتیئن جایگاه بالایی نسبت به سایر مواد لبنی دارد[۱۱۱]. خواص بی‌مانند و مغذی شیر و فسادپذیری بالای آن باعث شده تا انسان سعی بر یافتن راه‌هایی برای افزایش ماندگاری این محصول نماید [۱۱۲]. روش مؤثر و اقتصادی اتمسفراصلاح‌شده در صنعت لبنیات اغلب در محصول پنیر و کشک خشک به منظور نگهداری طولانی‌تر در طی حمل‌ونقل و بازاریابی بدون استفاده از انجماد و کنسروکردن، استفاده می‌شود [۲۶، ۱۱۳]. پوشش‌های فعال به همراه بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده به طولانی‌تر کردن عمر مفید پنیرکمک می‌کند. استفاده از این پوشش‌ها نه تنها وزن بسته‌بندی را اضافه نمی‌کند، بلکه اطمینان و ایمنی را به همراه دارد و از اهمیت تجاری و اقتصادی زیادی در صنایع لبنی برخوردار است. پنیر موزارلای خردشده‌ی بسته‌بندی شده در اتمسفر ۷۵٪ CO_2+۲۵٪ N_2 از تشکیل گاز و ارگانیسم‌های نامطلوب محافظت می‌شود. همچنین رشد میکروبی در پنیر موزارلای ورقه‌شده بسته‌بندی‌شده با اتمسفری از غلظت بالای CO_2 به تعویق می‌افتد [۱۱۴]. بهترین شرایط نگهداری کشک خشک، استفاده از بسته‌بندی با لفاف ۴ لایه با اتمسفر ۳۰٪ N_2 + ۷۰٪ CO_2 است که تا ۶۰ روز عمر ماندگاری آن را

افـزایش مـی‌دهـد و دارای خاصـیت ضـدمیکروبی بـالاتر، تـأثیر مطلوب‌تر بر میزان pH، پایین‌تـرین میـانگین شـمارش بـاکتری، کپک و مخمر و بهتـرین اثـر مناسـب ممانعت‌کننـدگی بـر روی شـمارش کلـی‌فـرم اسـت CO_2 مرحلـه‌ی تـأخیر و زمـان تولیـد باکتری‌های هوازی، گرم‌منفی و سرمادوست را طولانی و محیط را مقداری اسیدی می‌کند و باعث کاهش رشد می‌شود [۱۱۵].

۲-۷- کـاربرد روش اتمسـفر اصـلاح‌شـده در گـز و مغزهای درختی

گز یکـی از محصـولات غـذایی سـنتی ایـران اسـت و در صـورت بسته‌بندی نامناسب آن، در مناطق با رطوبت محیطی بـالا، نـرم و چسبنده و در مناطق با رطوبت محیطی پایین، خشک می‌شود که علت آن اکسایش مغزها و آرد و نیز انتقال رطوبت است. اسـتفاده از بسـته‌بنـدی بـا اتمسـفر اصـلاح‌شـده مخصوصـاً بـا وجـود دی‌اکسیدکربن قابلیت انبارداری را در دمای پایین بهبود می‌دهـد [۱۱۶] و شرایط را برای رشد میکروبی نامسـاعد مـی‌سـازد و بـه حفظ کیفیـت محصـول کمـک مـی‌کنـد [۱۱۷]. پسـته یکـی از مغزهایی است که در گز فراوان مصرف می‌شود و اکسایش آن بـر روی طعم، بو و رنگ محصول مؤثر است [۱۱۸]. مغز دیگـری کـه در گز استفاده می‌شود، بادام است. بـادام از اسـید چـرب امگـا ۶ غنـی اسـت و تحـت تـأثیر اکسـایش قـرار مـی‌گیـرد [۱۱۹]. کربن‌دی‌اکسید در دمای ۱۰ ^{o}C و ۲۰ ^{o}C، اثر حفـاظتی در مقابـل اکسایش دارد اما وقتی دما به ۳۰ ^{o}C می‌رسد، اثـر CO_2 بـه دلیـل کاهش حلالیت، کم می‌شود ولی حلالیت N_2 و O_2 با افزایش دمـا زیاد می‌شود. وجود O_2 در دمای بالا علی‌رغم وجود مقادیر بـالای CO_2، مقدار اکسیداسیون را افزایش مـی‌دهـد [۱۱۷]. از راه‌هـای کاربردی برای جلوگیری از دسترسی به O_2 در طول انبارداری مغز پسته، تصحیح محیط انبارداری با N_2 به دلایل کاهش تیرگـی در رنگ محصول، کاهش انتقال اکسیداتیو ترکیبات فنلی و هزینـه‌ی کم است [۱۱۶]. برای مغزهـای درختـی اتمسـفر ۰٪ O_2 و ۱۰۰٪ CO_2 پیشنهاد شده اسـت [۱۱۷]. عمـر نگهـداری مغـز پسـته بـا اتمسفر کربن‌دی‌اکسید و نیتـروژن در فـیلم پلاسـتیک متـالایز و فیلم ۵ لایه ترکیبی پلی‌پروپیلن اصلاح شده، طولانی‌تر مـی‌شـود [۱۲۰].

۲-۸- کاربرد روش اتمسفر اصلاح‌شده در گل و گیـاه

باارزش‌ترین و مهم‌ترین گیاه دارویی صادراتی ایران، زعفران است که کاربردهای فراوانـی در صـنایع دارویـی و غـذایی دارد. وجـود ترکیبات آلی مختلف در زعفران سبب طعم، عطر و رنـگ جـذاب آن شده است. بزرگ‌ترین تولیدکننده و صادرکننـده ایـن طـلای سرخ در دنیا، ایران است [۱۲۱]. بنابراین، برای حفظ خصوصیات کیفـی و کمـی گـل زعفـران پـس از برداشـت و افـزایش زمـان ماندگاری آن، بسـته‌بنـدی اتمسفر اصلاح شده پیشنهاد می‌شـود. اتمسفر اصلاح‌شده با ترکیب گـازی ۵٪O_2+۵۰٪CO_2+۴۵٪N_2 بـه همراه پوشش‌های پلیمری پلی‌اتیلن با دانسیته‌ی پایین، به مـدت ۱۵روز خواص فیزیکی و کیفی گل‌های زعفـران را در دمـای ۰ ^{o}C حفظ می‌نماید و از لحاظ بار میکروبی نیـز *اشرشـیاکلی* مشـاهده نمی‌شود. شـمارش کپـک و مخمـر مطابق بـا اسـتاندارد ملـی است. جنس بسته نیز بر درصد افت وزنی و پژمردگی گل‌ها اثـری معنی‌دار دارد؛ اما بر طول و قطر کلاله بی‌اثر است. در بسته‌ی پلی اتـیلن بـا دانسـیته‌ی پـایین مقـدار کروسـین، سـافرانال و پیکروکروسین بیشتری وجود دارد که نشانگر مناسب‌تر بودن این بسته‌هـا در حفـظ خصوصـیات شـیمیایی زعفـران اسـت. دمـای نگهداری به‌طور معنی‌داری بر درصد افت وزنی، درصد پژمردگـی، طول و قطر کلاله تـأثیر دارد. نگهـداری گـل‌هـا در دمـای بـالاتر موجب تنفس بیشتر و درنتیجه پژمردگی بیشتر آن‌ها مـی‌شـود و کلاله‌های گل زعفـران چروکیـده و نـازک‌تـر مـی‌گـردد. [۱۲۲]. مهم‌ترین گونه‌ی مورد اسـتفاده در تولیـد اسـانس رز و گـلاب در صـنایع عطـر و دارو، گـل محمـدی اسـت کـه بعـد از برداشـت، فسادپذیری زیادی دارد. حجم زیادی از گـل‌هـا روزانـه برداشـت می‌شوند و فرآوری آن‌ها زمان زیادی به طول می‌انجامد کـه ایـن امر سبب کاهش کیفیت و کمیـت اسـانس مـی‌گـردد. نگهـداری گلبرگ‌ها تحت شرایط اتمسفراصلاح شده غیر فعـال بـه مـدت ۷ روز، در حفظ کیفیت و مقدار اسـانس گلبـرگ‌هـا در مقایسـه بـا اتمسفر اصلاح شده فعال ۹۲٪ N_2 +۳٪ CO_2 + ۵۰٪O_2 و اتمسـفر عادی بهتر است. همچنـین بـالاترین میـزان اسـانس مربـوط بـه گلبرگ‌های نگهداری شده در شرایط اتمسفر اصلاح شده غیرفعال می‌باشد و نگهداری گلبرگ‌ها در شرایط اتمسفر فعال در مقایسـه با اتمسفر غیرفعال نه تنها تاثیر معنی‌داری بر حفظ میزان اسانس نشان نمی‌دهـد، بلکـه بـا کـاهش بیشـتر میـزان فنیلاتیلالکـل و افزایش بیش از حد نسبت سیترونلول به ژرانیول، موجب کـاهش کیفیت اسانس می‌گردد [۱۲۳].

۳- نتیجه‌گیری

در فناوری نوین بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شـده بـا بـه کـارگیری نسبتی از گازهای اکسیژن، نیتروژن و کـربن‌دی‌اکسـید در جهـت کاهش تعداد و فعالیت میکروارگانیسم‌های ایجاد کننـده‌ی فسـاد در محصولات صنایع غـذایی اقـدامات قابـل ملاحظـه‌ای را انجـام می‌دهد و از این طریق می‌توان سرعت فسادپذیری را بـه حـداقل کاهش داد. هرچه درصد کـربن‌دی‌اکسـید بیشـتر شـود، افـزایش ماندگاری محصولات را برای مصارف طولانی‌تر و شانس رقابت در بازار، به وجود می‌آورد. در همه‌ی مـوارد اسـتفاده از بسـته‌بنـدی اتمسفراصلاح‌شده در شرایط صحیح، مدت زمان ماندگاری گوشت

قرمز، گوشت سفید، نان، سبزیجات، میوه‌ها، محصولات لبنی، گل و گیاه، گز و مغزهای درختی را افزایش داده است و شرایط بهینه‌ی نگهداری آن‌ها نیز ذکر شده است که این موضوع در کنار افزایش برد صادرات، امکان کاهش ضایعات را نیز فراهم می‌کند و هزینه‌های مازاد مربوط به انجماد محصولات را نیز حذف می‌نماید.

۴- مراجع

[1] Y. Paine and A. Frank, “Modified atmosphere packaging,” A Hand Book of Food, Chapmanand Hall, pp. 242-246, 1992.

[2] O. J. Caleb, U. L. Opara, and C. R. Witthuhn, “Modified atmosphere packaging of pomegranate fruit and arils: a review,” Journal of Food and Bioprocess Technology, vol. 5, pp. 15-30, 2012.

[3] M. Ozdemir and J. D. Floros, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, vol. 44, no. 3, pp. 185-193.

[4] M. Ramos, A. Valdes, A. C. Mellinas, and M. C. Garrigos, “New trends in beverage packaging systems: a review. Beverages,” vol. 1, no. 4, pp. 248-272, 2015.

[5] G. Ghosal, “Food packaging and preservation”, vol. 10, pp. 343–374, 2018.

[6] M. A. Busolo and J. M. Lagaron, "Innovative Food Science and Emerging Technologies," vol. 16, pp. 211-217, 2012.

[7] H. Manolopoulou, G. Xanthopoulos, N. Douros, and G. Lambrinos, “Modified atmosphere packaging storage of green bell peppers: Quality criteria,” Biosys. Eng, vol.106, pp. 535-543, 2010.

[8] P. Umaraw, and A. K. Verma, “Comprehensive reviewon application of edible film on meat and meat products, An co-friendly approach,” Food Science Nutral, vol.57, pp.1270– 1279, 2017.

[9] K. W. Mcmihhin, “Where is MAP Going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat,”Meatscience, vol.80**,** pp.4-65, 2008.

[10] Anonymous, “Comprehensive method for general counting ofmicroorganisms at 30°C,” Iranian Institute of Standards and Industrial Research, vol. 2, pp. 52-72, 2000.(InPersian)

[11] Sandhya, “Modified atmosphere packaging of fresh produce: Current status and future needs,” J. Food Science and Technology, vol. 43, pp. 381–392, 2010.

[12] B. Tajeddin and B. Ahmadi, “Polymers for Modified Atmosphere Packaging Application,” Food Packaging and preservation, AcademicPress, 14nd ed, pp. 457-499, 2018.

[13] M. G. Bellomo and B. Fallico, “Anthocyanins chlorophylls and xanthophylls in pistachio nuts (Pistaciavera) of different geographicorigin,” Journal of food composition andanalysis, vol. 20, pp. 352-359,200

[14] A. Totosaus, “Packaging of fresh and frozen poultry,” Handbook of meat poultry and seafood products.OxfordBlackwell, 2007.

[15] A. A. Kader and C. B. Watkins, “Modified atmosphere packaging toward 2000 and beyond,” Hort Technology, vol. 10, no. 3, pp. 483–486, 2000.

[16] M. Sivertsvik, “Modified atmosphere packaging -Minimal processing technologies in the food industry,” T. Ohlsson and N. Bengtsson, CRC, pp. 74-99, 2000.

[17] P. S. Sharon, C.S. Martha, and st. Mehra, “Post-harvest technology of horticultural crops. Offset Press,” NewDelhi, India, pp. 112-120, 2010.

[18] D. A. Russell, “Sustainable packaging-An overview,” Food Addit. Contam. Part A, vol. 31, pp. 396 – 401, 2007.

[19] N. Deschuyffeleer, K. Audenaert, S. Samapundo, S. Ameye, M. Eeckhout, and F. Devlieghere, “Identification and characterization of yeasts causing chalk mould defects on par-baked bread,” Food microbiology, vol. 28, pp. 1019-1027, 2007.

[20] P. Sluimer, “Principles of breadmaking,” American association of cerealchemists, 2005.

[21] P. V. Nielsen and R. Rios, “Inhibition of fungal growth on bread by volatile components from spices and herbs, and the possible application in active packaging, with special emphasis on mustard essential oil,” International journal of food microbiology, vol. 60, pp. 219-229, 2007.

[22] M. Rodriguez, L. M. Medina, and R. Jordano, “Effect of modified atmosphere packaging on the shelf life of sliced wheat flour bread,” Food/Nahrung, vol.44, no.4, pp. 247-252, 2000.

[23] U. Fernandez, Y. Vodovotz, P. Courtney, and M. A. Pascall, “Extended shelf life of soy bread using modified atmosphere packaging,” Journal of food protection, vol. 69, no. 3, pp. 693-698, 2006.

[24] A. Hematian Sourki, F. Tabatabaei Yazdi, M. Ghiafeh Davoodi, S. A. Mortazavi, M. Karimi, S. H. Razavizadegan Jahromi, and A. Pourfarzad, “Staling and Quality of Iranian Flat Bread Stored at Modified Atmosphere in Different Packaging,” World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Nutrition and Food Engineering, vol. 4, no.5, pp. 567-572, 2010.

[25] N. Degirmencioglu, D. Gocmen, A. Neslihan Inkaya, E. Aydin, M. Guldas, and S. Gonenc, “Influence of modified atmosphere packaging and potassium sorbate on microbiological characteristics of sliced bread,” Journal Food

Science Technology, vol. 48, no. 2, pp. 236–241, 2011.

[26] N. Zand, and A. S. Allahyari, "The influence of MAP and different multilayer flexible films on shelf life extension of candy bread," European Journal of Zoological Research, vol. 2, no. 3, pp. 29-38, 2013.

[27] M. Shafiei, M. S. Yarmand, and Z. Imam Jomeh, "A Study of the Effect of Modified Atmospheric Packaging on the Shelf Life of Barbari and Sangak Breads," Quarterly Journal of Food Science and Technology, vol. 13, no.50, pp. 121-131, 2016.(InPersia)

[28] J. Norouz, M. H. Azizi, and Z. Hamidi Esfahani, "The effect of modified atmosphere and type of packaging on increasing the shelf life of toast," Food Science and Technology Issue, vol. 68, no. 14, pp. 319-329, 2017.(In Persian)

[29] M. G. Sullivan, "Sensory and quality properties of packaged fresh and processed meats, Advances in meat, poultry and seafood packaging," Wood head Publishing Limited, pp. 86–111, 2012.

[30] B. H. Saluena, C. Saenz, J. M. D. Rubial, and C. A. Odriozola, "CIELAB color paths during meat shelf life," Meat Science, vol. 157, pp. 107 – 889, 2019.

[31] M. Shah, S. Bosco, and S. Mir, "Effect of Moringa oleifera leaf extract on the physicochemical properties of modified atmosphere packaged raw beef," Food Packaging Shelf Life, vol. 3, pp. 8–31, 2015.

[32] G. Nortje and B. G. Land Show, "The effect of aging treatment on the microbiology and storage charactristic of beef in modified atmosphere packs containing25% Co_2+75% O_2," Journal of Meat Science, vol. 25, no. 4, pp. 43-58, 1989.

[33] M. J. Coventry, M. W. Hickey, R. Mawson, P. Drew, and D. Wan Jand krause, "The comparative effects of nitrogan and oxygen on the microflore of beef steaks in Co_2 containing modified atmosphere vacuum skin packaging systems," Applied Microbiology, vol. 26, pp. 427 – 431,1998.

[34] E. Eidit, "Films for meat products in protective gas packs," Fleischwirtch International, vol. 71, no. 5, pp. 49 – 52, 1991.

[35] W. Manu Tawiah, J. s. Dickson, and E. Colome, "Extending the Color Stability and shelf life of fresh meat," Food Technology, vol. 7, pp. 95 – 102, 1991.

[36] C.O. Gill and T. Jones, "The display of retail packs of various atmosphere," Jornal of Meat Science, vol. 37, no. 2, pp. 281–295,1994.

[37] P. Zakrys Waliwander, M. Osullivan, H. Walsh, P. Allen, and J. Kerry, "Sensory comparison of commercial low and high oxygen modified atmosphere packed sirloin beef steaks," Meat Science, vol. 88, pp. 198–202, 2011.

[38] D. H. Killefer, "Carbon dioxide preservation of meat and fish," Journal of Industrial Engineering Chemistry, vol. 22, pp. 140-143, 1930.

[39] N. Rokni, M. Rezani Majaz, and S. Bakaei, "A Comparative Study of the Effect of Packaging Methods (Normal and Atmospheric Modified) and Their Combined Effects with Lactic Acid on the Shelf Life of Cold and Fresh Mutton," Journal of the Faculty of Veterinary Medicine University of Tehran, vol.6, no.3, pp. 5-11, 2002. (In Persian)

[40] N. Zand, A. Hafez pour, and S. Asadolahi, "Effect of MAP and multi-layer flexible films on the growth of anaerobic bacteria of fresh ostrich meat," Journal of International Medical Research and Health Sciences, vol.5, no.11, pp.182-190, 2016.

[41] N. Zand and A. Hafez pour, "Effect of MAP and Multi-layer Flexible Films on the Growth of Aerobic Bacteria of Fresh Ostrich Meat," Journal of International Medical Research and Health Sciences, vol. 5, no. 11, pp. 143-151, 2016.

[42] J. H. Hotchkiss, "Modified Atmosphere packaging of poultryand related products, Controlled/Modified atmosphere/Vacuum packaging of food," Food and Nutrition press, pp. 39-58, 1989.

[43] A. A. Zeitoun, "Significance of Entrobacteraccae as index organism for hygine on fresh untreated poultry, poultry treated with lactic acid and poultry stored in a modified atmosphere," Food Microbiology, pp. 76-169, 1994.

[44] C. C. Lin and C. S. Lin, "Enhancement of the storage quality of frozen bonito fillet by glazing with tea,"Food Chemistery, vol. 16, no. 2, pp. 169-175, 2004.

[45] P. Masniyum, "Deterioration and sheltlife extension of fish fishery produced by modified atmosphere packaging," Songklanakarin journal science and technology, vol. 33, pp. 181-192, 2011.

[46] S. B. Mano, "Growth/Survival of natural flora and aeromonas hydrophyla on refrigrated uncooked pork and turkey packaged in modified atmosphere," Food microbiology, pp. 69-657, 2000.

[47] A. Kakouri, and G. J. E. Nychas, "Storage of poultry meat under modified atmosphere or vacuum packs," Journal of Applied Bacteriology, vol. 76, no. 2, pp. 163-172, 1994.

[48] B. Sotoudeh, N. Zand, and E. M. Tajabadi, "The usage of MAP for shelf life extension of packed spicy chicken meal," Journal of European Experimental Biology, vol. 3, pp. 617-623, 2013.

[49] N. Zand and B. Sotoudeh, "The influence of MAP on sensory properties of chicken meal," Journal of Annals of Biological Research, vol. 4, no. 7, pp. 175-181, 2013.

[50] N. Mesgaran and L. Romiani, “The effect of nisin, sodium lactate and modified atmospheric packaging on the shelf life of silver carp burger (Hypophthalmichthys molitrix),” Iranian Journal of Fisheries, vol. 27, no. 2, pp. 91-103, 2019. (In Persian)

[51] S. Moradinejad, S. J. Abolghasemi, and A. Asgharkhanipour, “Qualitative changes of minced meat of silver carp (Hpophthalmichthys molitrix) in superchilling temperature in modified and normal atmospheric packaging,” Journal of Animal Environment, vol. 11, no. 3, pp. 291-298, 2020. (In Persian)

[52] F. Mashayekhi, Y. Morady, A. Gohari, M. Jafari, G. Zarea Gashti, and A. R. Rezvani, “Effects of different packaging methods on microbial, chimerical and sensory properties of Nile Tilapia (Oreochromis niluticus) fillets during refrigerator storage,” Iranian Scientific Fisheries Journal. vol. 22, no. 1, pp. 85-100, 2013. (In Persian)

[53] M. Seifzadeh, G. Zaregheshti, Y. Moradi, N. Mashai, and M. Rahnama, “Investigation of chemical, microbial, sensory and novelty characteristics of black and red Nile tilapia fillet (Oreochromis niloticus) packed by aerobic methods, under vacuum and atmosphere with altered atmosphere Using Quality Index Method,” Journal of Fisheries Science and Technology, vol. 9, no. 2, pp. 102-119, 2021. (In Persian)

[54] P. Masniyom, O. Brnjama, and J. Maneesri, “Effect of modified atmosphere and vacuum packaging on quality changes of refrigerated Tilapia fillets,” Food Research International Journal, vol. 20 , no. 3, pp. 1401–1408, 2013.

[55] M. Hedayatifard, and A. Orojalian, “Improvement of shelflife for Stellate sturgeon fillet, Acipenser stellatus, under Modified Atmosphere Packaging (MAP) and vacuum conditions,” Iran Science Fish Journal, vol. 19, no. 3, pp. 127–140, 2020. (InPersian)

[56] N. Zand, and A. Sakian Mohammadi, “Influence of MAP and multi-layer flexible films on growth of anaerobic bacteria of smoked kutum fish (Rutilus frisii kutum),” Journal of Der Pharma Chemical, vol. 8, no.19, pp.624-631, 2016.

[57] N. Zand, A. Sakian Mohammadi, and M. Eshaghi, “Influence of MAP and multi-layer flexible pouches on clostridium count of smoked kutum fish (Rutilus frisii kutum),” Journal of International Medical Research and Health Sciences, vol.5, no.11, pp.191-198, 2016.

[58] A. Rashidi Mehr, A. F. Ara, M. Zarei, M. Pourmehdi, and M. Noshad, “The effect of fish and chicken burger packaging in modified atmospheric conditions on its microbial and physicochemical properties, ”Journal of Packaging Science and Technology, vol. 10, no. 39, pp. 44-53, 2020.

[59] M. Campus, R. Cappuccinelli, M. C. Porcu, R. Tonelli, and T. Roggio, “Effect of Modified Atmosphere Packaging on Quality Index Method (QIM) Scores of Farmed Gilthead Sea-bream (Sparus aurataL.) at Low and Abused Temperatures, ”Journal of Food Sciences, vol. 76, no. 3, pp.185191, 2011.

[60] S. Maqsood and S. Benjakul, “Synergistic effect of tannic acid and modified atmospheric packaging on the prevention of lipid oxidation and quality losses of refrigerated striped catfish slices,” Food Chem, vol. 121 , no. 1, pp. 29 -38, 2010.

[61] L. Provincial, M. Gill, E. Guillen, V. Alonso, P. Roncales, and J. A. Beltran, “Effect of modified atmosphere packaging using different CO and N_2 combinations on physical, chemical, microbiological and sensory changes of fresh sea bass fillets,” Food Sciences Technol International Journal, vol. 45 , no. 9, pp. 1828-1836, 2010.

[62] E. Torrieri, S. Cavella, F. Villani, and P. Masi, “Influence of modified atmosphere packaging on the chilled shelflife of gutted farmed bass (Dicentrarchus labrax),” Journal of Food Engorging, vol. 77, no. 10, pp. 78–86, 2006.

[63] A. K. Thompson, “Controlled Atmosphere Storage of Fruits and Vegetables,” Second Edition. vol. 289, 2010.

[64] V. Muriel Galet, J. P. Cerisuelo, G. Lopez Carballo, M. Lara, R. Gavara, and P. Hernandez Munoz, “Development of antimicrobial films for microbiological control of packaged salad,” International Journal of Food Microbiology, vol. 157, pp. 195–201, 2012.

[65] A. Sandhya, “Modified atmosphere packaging of fresh produce, Current status and future needs,” Journal Food Science and Technology, vol. 43, pp. 381–392, 2010.

[66] M. Knee and S. G. S. Hatfield, “The metabolism of alcohols by apple fruit tissue,” Journal Science FoodAgriculture, vol. 32, pp. 593-600, 1981.

[67] J. Janick, “Horticultural reviews,” 15 John Wily and Sons, New York, 1993.

[68] Y. Chambory, M. Souty, G. Jacquemin, R. M. Gomez, and J. M. Audergon, “Research on the suitability of modified atmosphere packaging for shelf-life and quality improvement of apricot fruit,” ActaHorticultutae, vol. 384, pp. 633-638, 1995.

[69] M. Manjunatha and R. K. Anurag Journal of Food Science and Technology, vol. 51, no. 11, pp. 3470–3475, 2014.

[70] D. H. Spalding and W. F. Reeder, “Conditioning Tahiti limes to reduce chilling injury,” Proceedings of the Florida State Horticultural Society, vol. 96, pp. 231-232, 1983.

[71] Q. Yousefi, S. Sadeghi, Z. Karami, Z. Friday Imam, and M. Jockey, "Investigation of the effect of packaging in a modified atmosphere on the shelf life and quality characteristics of raspberries by the response level method," vol. 2, pp. 4-56, 2013.(In Persian)

[72] J. A. Bartz, and J. K. Brecht, "Postharvest physiology and pathology of vegetables," Marcel Dekker, Inc. NewYork, 2003.

[73] G. Maleki, N. Sedaghat, M. Farhoudi, and M. Mohebbi, "The Effect of Modified Atmospheric Packaging (MAP) on Some Properties of Royal Cucumber Cucumber," Journal of Packaging Science and Technology, vol. 8, no. 32, pp. 109-120, 2017.(InPersian)

[74] M. Mirzaei, R. Tabatabaei Klor, A. Motavi, and R. Esmailzadeh Kenari, "The effect of ozone and citric acid pretreatments on the quality characteristics of cucumber in modified atmosphere packaging," Quarterly Journal of NewFoodTechnologies, vol. 5, no. 3, pp. 361-372, 2015.(In Persian)

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

[76] D. Jafarpour, "Investigation of the effect of atmosphere-modified packaging on biochemical indices and sensory properties of pomegranate seeds during cold storage," Iranian Journal of Food Science and Technology, vol.18, no. 112, pp. 261-269, 2021.(In Persian)

[77] M. Ahmadi, G.H. Davarinejad, M. Azizi, N. Sedaghat, and A.Tehranifar, "The effect of packaging with modified atmosphere on quality characteristics and increasing the shelf life of two cherry cultivars," Journal of Horticultural Sciences (Agricultural Sciences and Industries), vol. 22, no. 2, pp. 175-186, 2008.

[78] C. Alasalvar, M. Al Farsia, P. C. Quanticka, F. Shahidib, and R. Wiktorowicz, (2005)."Effect of chill storage and modified atmosphere packaging (MAP) on antioxidant activity, anthocyanins, carotenoids, phenolics and sensory quality of ready-to-eat shredded orange and purple carrots," Food Chemistry, vol. 89, pp. 69-76, 2005.

[79] S. P. Tian, A. L. Jiang, Y. Xu, and Y. S. Wang, "Responses of physiology and quality of sweet cherry fruit to different atmospheres in storage," Food Chemistry, vol. 87, pp. 43-49, 2004.

[80] F. Artes, and J. Trujillo, "Quality improvement of peaches by intermittent warming and modified atmosphere packaging," Z Lebensm unter Frsch A, vol. 205, pp. 59-63, 1997.

[81] S. Khosrowshahi, "Evaluation of Modified Atmosphere Packaging (MAP) on physic-chemical and microbial properties of fresh Barberry," M. Sc. Thesis, Faculty of agriculture and natural resources, University of Ferdowsi, Mashhad, Iran, 2014.

[82] K. N. Al Redhaiman, "Chemical changes during storage of Barhi dates under controlled atmosphere conditions," Hort Science, vol. 40, pp. 1413-1415, 2005.

[83] I. Mohammadpour, and B. Tajuddin, "The Effect of Carbon Dioxide Concentration on Qualitative Properties and Shelf Life of Barhi Cultivar Dates Packed with Modified Atmosphere," Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Industry, vol. 12, no. 1, pp. 89-97, 2017.(In Persian)

[84] C. Mortazavi, K. Arzani, and M. Barzegar, "The effect of vacuum and modified atmosphere packaging on shelf life and quality of fruit Barhi dates," Journal of Agriculture, vol. 29, no. 3, pp. 49-55, 2006.(In Persian)

[85] A. S. Abotalebi, "The effect of modified atmosphere packaging on physicochemical characteristics and microbial population of Jarom Shahani dates in Rutab stage," Abstract National Conference dates. University of Sistan and Baluchistan, vol. 2, no. 4, 2008.(In Persian)

[86] H. Fatemian, "The possibility of using modified atmospheres in the maintenance of dates and study its flora," The final research report, Agricultural Engineering Research Institute, vol. 215, no. 90, 88, 2011.(In Persian)

[87] Z. Dehghanshoar, Z. Hamidi Isfahani, and SH. Abbasi, "The effect of high concentrations of carbon dioxide in packaging with modified atmosphere on quality of Sayer dates fruits," Journal of agricultural engineering research, vol. 8, no. 4, pp. 143-156, 2007 .(In Persian)

[88] M. Achour, SM. Amara, N. Ben Salem, A. Jebali, and M. Hamdi, "Effect of vaccum and modified atmosphere packaging on Deglet nour date in Tunisia Fruits," vol. 58, pp. 205-212, 2003.

[89] A. A. Kader, and C. B. Watkins, "Modified atmosphere packaging toward and beyond," Hort Technology, vol. 10, no. 3, pp. 483-486, 2000.

[90] B. Singh, C. C. Yang, DK. Salunkhe, and AP. Rahman, "controlled atmosphere storage of littuce. I Effects on quality and respiration rate of lettuce heads," Journal Food science, vol. 37, pp. 48-51, 1972.

[91] R. Molinar, E. Trej, and M. Contwell, Development of chilling Injury in 3 types of eggplant dept. v. c. University of California, pp. 1-16, 1996.

[92] V. Rodov, A. Copel, N. Aharoni, Y. Aharoni, A. Wiseblum, B. Horev, and Y. Vinokur, "Nested modified atmosphere packages maintain quality of trimmed sweet corn during cold storage and the shelf life period," Postharvest Biology and Technology, vol.18, pp. 259-266, 2000.

[93] I. Lecetaa, S. Molinarob, P. Guerreroa, J.P. Kerryb, and K. dela Caba, "Quality attributes of map packaged ready-to-eat baby carrots by using chitosan-based coatings," Postharvest Biology and Technology, vol. 100, pp. 142–150, 2015.

[94] M. Alejandra, R. Gemma R.S.F. OmsOliu, and M.L. Olga, "The use of packaging techniques to maintain freshness in fresh-cut fruits and vegetables: a review," Institute of Food Science Technology, vol. 44, no. 5, pp. 875-889, 2009.

[95] G. Nolopoulou and N. Xanthopoulos, "Modified atmosphere packaging storage of green bell peppers: Quality criteria, "Biosystem Engineering, vol.106, no.4, pp.535-543, 2010.

[96] S. Sadeghi, M. Karami, and M. Sayari, "Durability and some quality characteristics of Capsicum annum L packed in a modified atmosphere," Food Science and Technology, vol.16, no.90, pp.153-161, 2020.

[97] C. Fagundes, K. Moraes, M. B. Perez Gago, L. Palou, M. Maraschin, and AR. Monteiro, "Effect of active modified atmosphere and cold storage on the postharvest quality of cherry tomatoes," Postharvest Biology and Technology, vol.109, pp.73- 81, 2015.

[98] R. Tabatabaei Klor, A. Ebrahimian, and S. J. Hashemi, "The effect of temperature, type of packaging and modified atmosphere on the quality characteristics of tomatoes," Journal of Food Science and Technology, vol. 13, no. 51, pp. 1-13, 2016.

[99] H. Majidi, S. Minaei, M. Almasi, and Y. Mostofi, "Total soluble solids, titrable acidity and repining index of tomato in various storage conditions," Australian Journal of Basic and Applied Sciences, vol. 5, no. 12, pp. 1723-1726, 2011.

[100] N. Zand, A. Zaki, and L. Nateghi, "The effect of modified atmospheric packaging and flexible multilayer coatings on the growth of aerobic and anaerobic bacteria and sensory properties of cherry tomatoes," Iranian Journal of Biological Sciences, vol. 14, no. 2, pp. 9-20, 2020. (In Persian)

[101] E. Gonabadi, Z. Hamidisfahani, and M.H. Azizi, "Investigation of optimal conditions for packing lettuce (Lactuca sativa L) in a modified atmosphere to increase shelf life," Journal of Agricultural Engineering Research, vol. 14, no. 1, pp. 33-44, 2013.(In Persian)

[102] C. L. Moretti, A. L. Araujo, and L. M. Mattos, "Evaluation of different oxygen, carbon dioxide and nitrogen combinations employed to extend the shelf life of fresh cut collard greens," Hortic Bras, vol. 29, no. 1, pp. 676-680, 2003.

[103] F. Farokhi, and M. Elahi, "Investigation of Physical and Microbial Properties of Packaged Vegetable Salad: Type of Packaging Material, Thickness of Packaging, Packaging Conditions," First National Conference on Meals, Mashhad, 2014.(InPersian)

[104] S. Darani, M. Fazel, and J. Keramat, "Investigation of the effect of atmosphere-modified packaging on some physicochemical properties of spinach (Spinacia oleracea L.) during storage," Quarterly Journal of Modern Food Science and Technology, vol. 1, no. 3, pp. 1-4, 2014.(In Persian)

[105] W. J. Lipton, "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, pp. 130-143, 1975.

[106] Z. Xia, "Anti-browning of mushroom (Agaricus bisporus) Slices by Glutathione during hot air drying," Advance Journal of Food Science Technology, vol. 5, pp. 1100-1104, 2013.

[107] Z. A. Belay, O. J. Caleb, and U. L. Opara, "Modelling approaches for designing and evaluating the performance of modified atmosphere packaging (MAP) systems for fresh produce: A review," Food Packaging and Shelf Life, vol. 10, pp. 1-15, 2016.

[108] K. Zhang, Y. Y. Pu, and D. W. Sun, "Recent advances in quality preservation of postharvest mushrooms (Agaricus bisporus): A review," Trends in Food Scienc and Technology, vol. 78, pp. 72-82, 2018.

[109] Gholami, R, Ahmadi, E. and Farris, S. "Shelf life extension of white mushrooms (Agaricus bisporus) by low temperatures conditioning, modified atmosphere, and nanocomposite packaging material," Food Packaging and ShelfLife, vol. 14, pp. 88-95, 2017.

[110] A. Taimoori Yansari, "Milk production and processing (1th ed) Avaye Msih Publicatons Press," 2006. (InPersian)

[111] A. Anonymous, "Faonutrition study," vol. 27, no.1, pp. 10-12, 1972.

[112] P. F. Fox, J. Law, P.L.H. MCsweeney, and J. Wallace, Cheese, "chemistry, physicsand microbiology," 10 Chapman and Hall Press, London,UK, 1993.

[113] N. Zand and B. Sotoudeh, "The effect of MAP and multilayer flexible pouch for shelf life prolongation of chicken meal," Journal of European Zoological Research. vol. 2, no. 2, pp. 26-33, 2013.

[114] S. Etzazian, and N. Palahang, "The combined effect of different coating and packaging methods in the modified atmosphere on the performance of mozzarella cheese coatings and its shelf life," First National Meal Conference, Iran, Mashhad, 2014. (In Persian)

[115] N. Zand and A. Shahab Lavasani, "The effect of modified atmospheric packaging and flexible wrappers on the growth of drcurdbacteria,"Food Science and Technology, vol. 17, no. 108, pp. 111-124, 2012. (In Persian).

[116] S. Shayanfar, M. Kashaninejad, M. Khomeiri, Y. Mostofi, and Z. Emam jomeh, "Effect of MAP and different atmospheric conditions on the color of in hull fresh," 18th na. cong. on food technol, Iran, Mashhad, 2008.

[117] M. Maskan and S. K. Karatas, "Storage stability of whole split pistachio nuts (Pistachia vera L.) at various condition," Journal of food chemistry, vol. 66, pp. 227-233, 1999.

[118] R. Shamsnab, "Oral explanations regarding changes in turmeric during storage," Saba Coin Scientific and Research Company, 2013. (In Persian)

[119] G. Aiello, G. L. Scalia, and L. Caunizzaro, "Controlled tempreture grinding under modified atmosphere for almond (Prunus Durnal) paste production," International journalof engineering science and technology, vol. 9, no. 2, pp. 69-82, 2010.

[120] M. Raei, A. Mortazavi, and H. Pourazarang, "Effects of Packaging Materials, Modified atmospheric conditions and storage temperature on physicochemical properties of roasted pistachio Nut," Journal of food anal methods, vol. 3, pp. 129–132, 2010.

[121] M. Ghorbani, "The efficiency of saffron's marketing channel in Iran," World applied sciences journal, vol. 44, pp. 523-527, 2008.

[122] M. Shormij, S. Ain Afshar, and R. Niazmand, "Investigation of the effect of packaging with altered atmosphere on the quantitative and qualitative characteristics of saffron flowers," The Second National Seminar on Food Security, Savadkuh, Islamic Azad University, Savadkuh Branch, 2012. (InPersian)

[123] M. Mirzaei, N. Ahmadi, F. Sefidkan, A. Shojaeian, and S.H. Hosseini, "Quantitative and qualitative study of Golmohammadi essential oil under changed atmospheric conditions (MAP)," 9th Cong. of Hort. Sci., pp.26-28, 2015. (InPersian)

A Review of the Applications of the Modified Atmosphere Packaging in Various Food Industries

Faezeh Mehdizadeh*

* Master of Science in Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

(Received: 10/12/2021; Accepted: 15/03/2022)

Abstract

Food spoilage occurs in different forms during the storage phase. It affects the texture, nutritional value, health quality, taste, and color of foods. Introducing the modern processes of food industries seems useful due to their remarkable expansion in the country. Food packaging is an instance of the processes that have been proposed in the science of food industries and have numerous applications. The Modified Atmosphere Packaging (MAP) is a modern concept in food packaging. The technique modifies the properties of a closed atmosphere in the desired way by manipulating the natural atmosphere of the air (21% Oxygen, 78% Nitrogen, and 0.03% Carbon Dioxide); thus, foods can be stored longer with higher qualities. The MAP technique is applied for various foods like bread, dairy products, meat, chicken, fish, fruits, vegetables, tamarisk and nuts, and flowers/plants. Foods packaged using the MAP technique are stored for longer periods and have higher qualities as their packaging is performed in atmospheres that have higher CO2 percentages compared to other atmospheres. The current study reviewed the applications of the MAP technique in food industries.

Keywords: Modified Atmosphere, Packaging, Food Industries

*Corresponding Author E-mail: faezeh.mehdizadeh1@gmail.com