مروری بر تأثیر روشهای بسته‌بندی و تکنولوژی نوین بر ماندگاری نان

پویا خوش کیفی*، نسرین مفرح
دانشجویان کارشناسی ارشد رشته مهندسی علوم و صنایع غذایی واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی سنندج، کردستان، ایران
puya.kh1981@gmail.com

چکیده

نان یکی از ارزنده‌ترین و مهمترین مواد غذایی مورد استفاده انسان است. اگر چه مصرف نان از کشوری به کشور دیگر و نیز در بین جمعیت یک کشور متغیر است، اما اهمیت آن در بر طرف کردن نیازهای تغذیه‌ای، کاملا مشخص شده است. در سالهای اخیر به دلایل متعدد از جمله کیفیت نامناسب نان‌های سنتی و قیمت پایین نان، کشور ما با انبوهی از ضایعات نان مواجه است، بطوری که گاهی تا ۳۰٪ نان، تبدیل به ضایعات می‌شود و با توجه به حجم بسیار بالای مصرف نان در کشور، این رقم بسیار قابل توجه می‌باشد. بر اساس گزارشها، شهروندان ایرانی سالانه ۳۰۰ میلیون دلار نان ضایع می‌کنند. تامین نان مورد نیاز جمعیت هفتاد میلیون نفری کشور، حجم وسیعی از فعالیت بخشهای کشاورزی، صنعت، حمل و نقل، ذخیره سازی و توزیع را در بر می‌گیرد که بر مبنای حداقل قیمتهای بین المللی معادل شش میلیارد دلار ارزش دارد. مطالعات بررسی الگوی مصرف مواد غذایی در استانهای مختلف کشور نشان می‌دهد که عمده‌ترین گروه غذایی در تامین انرژی و پروتئین دریافتی روزانه نان می‌باشد که ۴۰ درصد انرژی دریافتی روزانه را تامین می‌کند، در خانواده‌های کم درآمد و پر جمعیت که قدرت خرید کم است و در نتیجه تنوع و مقدار مواد غذایی مصرفی کافی نیست، نان قوت اصلی می‌باشد. بنابراین باید با بکارگیری رو شهای نوین، تکنولوژی تولید و مصرف نان را تغییر داده و از صورت فعلی خارج و روند کامل تری را جایگزین نمود. (ستاری نجف آبادی, افشاری, & مینایی, ۱۳۹۱) در این تحقیق تأثیر روشهای بسته‌بندی نوین بر روی ماندگاری نان بررسی گردیده است. این بررسی نشان داد که روشهای بسته‌بندی نوین تأثیر معنی داری بر روی افزایش ماندگاری نان و به تعویق انداختن بیاتی نان از طرق مختلف دارد. بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده وتکنولوژی Bake-off می‌تواند یک راه برای افزایش ماندگاری وکاهش افت کیفیت نان سنگک است.

کلمات کلیدی : نان، بسته‌بندی‌های نوین، ماندگاری، بیاتی، اتمسفر اصلاح شده، تکنولوژی

مقدمه

نان‌هایی که بسته‌بندی می‌شوند، دیرتر بیات می‌شوند. علت این امر را می‌توان چنین توجیه کرد که در اثر بسته‌بندی، فشار بخار آب ایجاد شده در داخل بسته، مانع خروج آب از نان می‌شود. پس شدت و درجه به تاخیر افتادن بیاتی بستگی به نوع بسته‌بندی و درجه نفوذپذیری دارد. برای اندازه‌گیری درجه و سرعت بیاتی نان، راه‌های متعددی از قبیل شیمیایی (تغییر کل مواد جامد محلول، تغییر نشاسته محلول، تغییر قدرت تورم و تغییر میزان رطوبت)، روش‌های مکانیکی ـ رئولوژی (تغییر استحکام و سفتی نان، دستگاه آزمون مواد، تراکم سنج نانوایی، تغییر مشخصات فارینوگرام، تغییر مشخصات آمیلوگرام)، روشهای آنزیمی، روشهای الکتریکی، روشهای حرارتی (DTA و DSC) ، روشهای حسی و ارگانولپتیکی مورد استفاده قرار گرفته‌اند و این نکته شایان ذکر است که در تمامی رو شها، اندازه‌گیری بیاتی به طور غیر مستقیم انجام پذیرفته است و در چنین شرایطی می‌توان انتظار داشت که در مرتبط ساختن نتایج آزمایشگاهی با پذیرش یا رد آن به وسیله مصرف کننده، مشکلاتی بروز نمایند. دانشمندان زیادی در طول سالهای متمادی، چگونگی پدیده بیات شدن نان را مورد بحث و بررسی قرار دادند. یکی از نظریه‌های موجود که در این موردتوسط دانشمندان پیشنهاد شده این است که آنها قدرت تورم نشاسته را به عنوان عامل اصلی سفت شدن معرفی کردند. دانشمندان در سال ۱۹۳۸ نشان دادند که سرعت و میزان بیات شدن با افزایش درجه حرارت کاهش می‌یابد. دستگاه آزمون مواد از سال ۱۹۶۶ به طور گسترده برای بررسی رتروگراداسیون نشاسته مورد استفاده قرار گرفت. در آن آزمایش یک نمونه نان با ابعاد مشخص به وسیله کارد که با سرعت ثابت حرکت می‌کرد برش داده شد و نیروی لازم برای برش بر حسب واحد نیوتن ثبت شد. با دنبال کردن افزایش سختی مغز نان در طول مدت نگهداری با استفاده از دستگاه آزمون مواد، اطلاعات زیادی در مورد بیاتی نان به دست آمد. یک رابطه قوی منفی بین قابلیت پذیرش نان به وسیله مصرف کننده و سفتی نان ثبت شده است. (ستاری نجف آبادی, افشاری, & مینایی, ۱۳۹۱)

دانشمندان در سال ۱۹۸۶ طی سلسله فعالیتهای تحقیقاتی به بررسی نقش هر یک عوامل قابل تغییر دستگاه آزمون مواد شامل تعداد برشهای یک نمونه، میزان تراکم نمونه، سرعت حرکت پلانجر و سطح آن بر روی مقدار نیروی خوانده شده، پرداختند. نتایج حاکی از آن بود که تعداد برشها در نمونه، عامل مهمی نیست. سرعت پلانچر نیز به عنوان عامل اساسی مهم نیست. ولی میزان تراکم و سطح پلانچر را عواملی بحرانی و بسیار مهم معرفی کردند. (ستاری نجف آبادی, افشاری, & مینایی, ۱۳۹۱)

روشهای بهینه بسته‌بندی نان مسطح

نان مسطح عمومی‌ترین نان مصرفی در جهان می‌باشد. نان مسطح تازه، نرم و الاستیک بوده و پس از نگهداری به مدت چند ساعت در دمای اتاق سفت و چرمی می‌شود. مدت زمان ماندگاری نان عبارت است از زمان بسته‌بند ی تا زمان ظهور و پیدایش کپک در نمونه، به خاطر اینکه با پیدایش کپک در نمونه، نان از نظر مصرف کننده غیر قابل مصرف می‌باشد. (همتیان سورکی, و غیره, ۱۳۹۱) مشکل کیفیت پایین و ضایعات نان مسطح از مسائلی است که اهمیت آن بر کسی پوشیده نیست و سالیانه میلیونها دلار از درآمد ملی کشور به دلیل تلفات گندم و نان هدر می‌رود و در اثر تولید غیر اصولی و نگهداری نادرست این محصول سالیانه درصد بالایی از آن تلف می‌شود. نسبت به چگونگی نگهداری و بسته‌بندی نان مسطح ایرانی و توزیع مناسب آن در زمان مصرف، پژوهشی صورت نگرفته است. آنچه باید مورد بررسی و مطالعه قرار

گیرد، چگونگی بسته‌بندی و نگهداری نانهای ایرانی به نحوی است که در محدوده زمان توزیع و مصرف، سالم و تازه بماند. نان به دلیل داشتن رطوبت زیاد (۳۵ ـ ۲۰ درصد بسته به نوع نان)، در مراحل نگهداری و انتقال در معرض از دست دادن رطوبت قرار داشته، درنتیجه به سرعت (خصوصاً پوسته آن) سفت و خشک می‌شود. همچنین به دلیل داشتن رطوبت و pH مناسب، محیط مستعدی برای رشد کپکها است، به همین دلیل پوششهای مورد استفاده در بسته‌بندی باید دارای ویژگیهایی باشد. از جمله آنها قابلیت کنترل سرعت عبور بخار آب و رطوبت، کنترل سرعت عبور گازها، مقاومت در برابر فشار، پاره شدن، قابلیت دوخت و چاپ پذیری است. کنترل عبور رطوبت بین نان و محیط، یکی از عوامل اصلی از بین رفتن و کم شدن عمر ماندگاری این محصول است. اگر با استفاده از لایه‌های غیر قابل نفوذ به رطوبت، بخار آب بطور کامل در داخل بسته محبوس شود، زمینه برای فعال شدن اسپور کپکها فراهم می‌شود. اخیراً این مشکل را بسیاری از شرکتهای آمریکایی با استفاده از بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته (MAP) رفع کرده‌اند ولی در مواردی که از این نوع بسته‌بندی استفاده نمی‌شود، باید تا حدی تبادل رطوبت بین بسته و محیط وجود داشته باشد تا عبور رطوبت و بخار آب کنترل شود و تبادل رطوبت با انتخاب مواد بسته‌بندی مناسب عملی است. (مقدادیان, شاهدی, & کبیر, ۱۳۸۳)

در سال ۱۹۷۰ بیش از ۸۰ ٪ نانها با پلی اتیلن با دانسیته پایین (Low Density Polyethylen) (LDPE) بسته‌بندی می‌شد. دانشمندان در سال ۱۹۶۴ از دو لایه پلی اتیلن و پلی اتیلن دولایه شده با آلومینیوم برای بسته‌بندی نان چاپاتی (Chapati) استفاده کرده و مشخص کردند که با دو لایه کردن پوششها خصوصیات نفوذپذیری آنها بهبود یافته، بدین ترتیب رطوبت نان کمتر از دست رفته و بعد از ۱۰ روز فقط کاهش عطر و طعم در بسته‌بندی لامینه شده وجود خواهد داشت. دانشمندی نیز در سال ۱۹۷۴ با لامینه کردن پلی اتیلن مشخص کرد که خصوصیات ارگالپتیکی نان بسته‌بندی شده با این لایه بهبود یافته و نان نرم‌تر باقی می‌ماند. دانشمندی نیز استفاده از پلی اتیلن و کاغذ مومی را در نان مورد مقایسه قرار داده و مشخص کرد که کاهش رطوبت نان بسته‌بندی شده با پلی اتیلن بطور معنی داری کمتر از کاغذ مومی بوده و خصوصیات خمش پذیری (Pliability) و مقاومت در برابر پاره شدن (Shear Value) آن کمتر است. (مقدادیان, شاهدی, & کبیر, ۱۳۸۳)

بعد از پلی اتیلن بیشترین ورقه پلیمری که برای بسته‌بندی نان استفاده می‌شود انواع پلی پروپیلن است که قابلیت کشش پذیری و مقاومت آن نسبت به پلی اتیلن بیشتر بوده و عایق مناسبی در برابر بو و جذب رطوبت است. اخیراً از پلی پروپیلن جهت دار شده (OPP) به دلیل شفافیت بالا و کنترل مناسب بخار آب برای بسته‌بندی مواد غذایی بخصوص نان استفاده می‌شود و مناسب‌ترین ضخامت برای بسته‌بندی نان با این نوع پوشش ۲۰ تا ۴۰ میکرون می‌باشد. معمولاً برای به تعویق انداختن بیاتی نان از این نوع پلیمر استفاده شده و یکی از عمده‌ترین روشهای کاربرد آن به صورت دو لایه شده با پلی اتیلن است. فیلمهای مرکب و چند لایه شده به دلیل بهبود خصوصیاتشان، مناسب‌ترین لایه بسته‌بندی نان شناخته شده‌اند که می‌توان به دو نوع پوشش، یکی سه لایه پلی پروپیلن، پلی اتیلن و اتیل ونیل استات (PP/PE/EVA) و دیگری فیلم سه لایه متشکل از دو لایه پلی اتیلن و یک لایه پلی پروپیلن (PP/PE/PE) اشاره کرد . (مقدادیان, شاهدی, & کبیر, ۱۳۸۳)

در تحقیقی، نخست با نظر سنجی و بررسی تحقیقات انجام شده، ابعاد ۱۰cm × ۱۰cm برای قطعات نان در نظر گرفته شد. بعد از آن دو شرایط متفاوت دمایی نان در هنگام بسته‌بندی، مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. بدین منظور در یک گروه نان با دمای حدود ۵۰ ـ ۴۵ درجه و به صورت داغ، و گروه دیگر نان سرد شده تا دمای اتاق (۲۰ تا ۲۵ درجه) بسته‌بندی شد. این دوگروه از نظر خصوصیات درصد رطوبت، امتیاز بیاتی، امتیاز نهایی و آزمون میکروبی مورد مقایسه قرار گرفت. از نتایج بدست آمده مشخص شد اگر نان به صورت داغ بسته‌بندی شود، درصد رطوبت و میزان نرمی آن به

طور آشکارتری در طول ۴ روز نگهداری نسبت به نان بسته‌بندی شده در دمای اتاق بیشتر بوده ولی به دلیل جمع شدن رطوبت در سطح نان شرایط برای فعال شدن اسپور کپکها فراهم شده و نان در زمان خیلی کوتاه (تقریباً سه روز) کپک زده و سریع گسترش می‌یابد. (مقدادیان, شاهدی, & کبیر, ۱۳۸۳)

با مقایسه میانگین اثر نوع پلاستیک بر خصوصیات نان در طول ۴ روز دیده می‌شود که بیشترین حفظ رطوبت در دو نوع بسته‌بندی در طول ۷۲ ساعت نگهداری، مربوط به استفاده از فیلم دو لایه پلی پروپیلن جهت دار شده و پلی اتیلن (OPP/PE) بوده است . (مقدادیان, شاهدی, & کبیر, ۱۳۸۳)

تأثیر BOT وMAP

نان به دلیل اینکه دارای مواد مغذی عالی با ویژگیها و خصوصیات بافتی و حسی مناسب است یکی از غذاهای اصلی در جهان به شمار می‌رود. اگرچه نان یک ماده غذایی است که به سرعت ویژگیها و خصوصیات کیفی آن در طول نگهداری پایین آمده و فقط برای چند روز کوتاه در دمای اتاق ماندگاری دارد. فساد میکروبی و بیات شدن، فاکتورهای اصلی محدود کردن ماندگاری محصولات نانوایی هستند. این موضوع اهمیت مطالعات فرمولاسیون، فرایند، بسته‌بندی و شرایط نگهداری این محصولات را نشان می‌دهد. (پایان & حامدی, ۱۳۹۲)

Bake-off technology (BOT) یک روش موثر برای به تأخیر انداختن فرایند بیات شدن محصولات پخته شده نانوایی و کاهش افت اقتصادی در صنعت نانوایی است. تکنولوژی BOT یک فرایند دو مرحله‌ای پخت است که در نخستین مرحله خمیر تخمیر شده تحت شرایط مشخص آون پخته شده و به صورت یک محصول نیم پخت با بافت مناسب شبیه به مغز نان، با حداقل رنگ در پوسته و با حداکثر رطوبت می‌باشد. بعد از یک مدت نگهداری، دومین مرحله فرایند در زمان مصرف آن انجام می‌شود. پخت مجدد نهایی، موجب ایجاد طعم و رنگ پوسته مناسب می‌شود. به علاوه می‌تواند موجب معکوس شدن رتروگراداسیون نشاسته شود. بنابراین مغز نان نرم شده و به صورت تازه به مشتریان عرضه می‌گردد. لازم به ذکر است مقدار رطوبت بالای نان نیم پخت می‌تواند فساد میکروبی آن را تسریع نماید. (Khoshakhlagh, Hamdami, Shahedi & Le-Bail, 2014)

صنعت نانوایی باید تلاشی در جهت رفع نیاز مصرف کنندگان به مصرف غذای سالم و خواسته آنان برای محصولات تازه را اجابت نمایند. از این رو مدرن نمودن کارخانه‌های تولید محصولات نانوایی با تکنولوژیهای بهبود یافته و توسعه محصولات جدید باید صورت پذیرد. تکنولوژیستهای مواد غذایی مجبور به انتخاب نوعی از بسته‌بندی مناسب جهت اطمینان از سلامت آن محصول در طول مدت نگهداری شدند. یکی از روشهای بسته‌بندی جدید که امروزه در محصولات غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد تحت عنوان بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته یا اصلاح شده modified atmosphere packaging (MAP) است. (C., 2002 & ,I.S., V)

این تکنولوژی با تغییر در میزان نسبی گازهای اتمسفر محیط بسته موجب افزایش مدت زمان ماندگاری محصولات غذایی می‌شود. مهمترین گاز از نقطه نظر میکروبیولوژیکی CO_2 است که به طور موثری از رشد باکتریها و قارچهای فسادزا جلوگیری می‌کند. برای اینکه این گاز موثر واقع شود باید از غلظت ۲۰٪ یا بالاتر استفاده شود. (C., & ,I.S., V 2002)

MAP می‌تواند تازگی بسیاری از محصولات غذایی را حفظ نماید. و همچنین می‌تواند موجب بهبود ایمنی مواد غذایی در شرایطی خاص شود. در مقایسه با روشهای بسته‌بندی قدیمی MAP می‌تواند مزایای زیادی داشته باشد که

مهمترین آن افزایش مدت زمان ماندگاری است. تکنولوژی MAP خصوصاً برای مواد غذایی سرد کمتر اسیدی با دوره ماندگاری کوتاه بویژه آنهایی که حداقل فرایند بر روی آنها انجام شده و به شدت فساد پذیر هستند موثر است. که از آن می‌توان در محصولات تازه و مواد غذایی آماده مانند سبزیها، محصولات گوشتی و محصولات نانوایی جهت بهبود کیفیت و افزایش مدت زمان ماندگاری استفاده می‌شود. (C., 2002 & ,I.S., V)

برای هر کدام از محصولات نانوایی یک ترکیب بهینه از CO_2 و O_2 که بیشترین ممانعت از رشد میکروبی و بدون اثر بر خصوصیات حسی آن محصول غذایی باید اندازه‌گیری گردد. بعلاوه یک ساختار مناسب برای فیلم مورد استفاده در بسته‌بندی آن محصولات استفاده می‌شود که عمدتاً به آن ساندویچی از فیلمهای پلاستیکی می‌گویند جهت نگهداری و حفظ کیفیت انتخاب می‌شود. (C., 2002 & ,I.S., V)

روش دیگری که برای افزایش ماندگاری نان نیم پخت شده استفاده می‌شود بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده است. این تکنولوژی تحت عنوان بسته‌بندی یک محصول فاسد شدنی بطوریکه فضای درون آن بسته‌بندی با ترکیبی غیر از هوا تغییر یافته است، تعریف می‌گردد. بیشترین گازهای مورد استفاده در بسته بندی محصولات نانوایی با اتمسفر اصلاح شده، دی اکسید کربن و نیتروژن هستند. اثر آنتی باکتریال و ضد قارچی گاز دی اکسید کربن کاملاً اثبات شده است. با اینکه اثر MAP در جلوگیری از فساد میکروبی نان ثابت شده است اما نتایج متضادی در رابطه با اثر آن بر روی بیاتی و تغییرات کیفی فیزیکوشیمیایی بوجود آمده در داخل یک بسته‌بندی نان در طی دوره نگهداری گزارش شده است. نتایج مطالعه دانشمندان در سال ۱۹۸۵ بیان از کاهش سفتی مغز نان سفید و نان گندم کامل در طول نگهداری در CO_2 دارد. نتایج مشابهی توسط دانشمندان در سال ۱۹۹۶ آمد که یک کاهش مناسب در سفتی نان بسته‌بندی شده با گاز ۱۰۰ درصد CO_2 را نشان داد. از طرفی دیگر دانشمندان در سال ۱۹۹۳ نشان دادند که اتمسفر بسته‌بندی تأثیری روی سفتی نان ندارد. بر خلاف این یافته‌ها دانشمندان در سال ۲۰۱۰ یافتند که یک ضریب وابستگی منفی بین غلظت CO_2 وسفتی نانهای مسطح وجود دارد. (پایان & حامدی, ۱۳۹۲)

نان سنگک یکی از پرمصرف‌ترین انواع نانهای مسطح در ایران است که از آرد کامل گندم تولید می‌شود. خوشمزگی، معطر بودن، ارزش غذایی بالا و سهولت هضم به دلیل فیبر بالا از خصوصیات نان سنگک می‌باشند. در تحقیقی، اثر BOT بر روی بیاتی، ویژگیهای کیفیتی و میکروبی نان سنگک نیمه پخته (part-baking) بسته‌بندی شده در اتمسفرهای مختلف در طول نگهداری در دمای اتاق بررسی گردید. اتمسفرهای متفاوت اثر قابل توجهی روی مقدار رطوبت در نان نیمه پخته و کاملاً پخته شده سنگک نداشتند. اما مقدار رطوبت نمونه‌ها بطور قابل ملاحظه‌ای در طول نگهداری کاهش یافت. نان سنگک نیمه پخته میزان رطوبت بالاتری نسبت به نان سنگک کاملاً پخته شده داشت. زیرا مقدار بیشتر آب در طول پختن کامل تبخیر شده بود. مقدار رطوبت نمونه‌ها در طی ۳ روز اول نگهداری، کاهش زیادی داشت که این می‌تواند به تفاوت در رطوبت بین پوسته و مغز نان نسبت داده شود. بطور کلی نمونه‌های بسته‌بندی شده با هوا افت وزن کمتری در طول زمان نگهداری در مقایسه با نمونه‌های بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده داشتند. بنابراین فیلم بسته‌بندی با دانسیته بالاتر می‌تواند به دلیل نفوذ پذیری کم موجب افت وزن کمتر باشد و افت کمتر وزن در نمونه‌های بسته‌بندی شده با هوا می‌تواند منجربه فعالیت میکروبی بالاتر و تولید بخار آب بیشتر و ترکیبات دیگر، خصوصاً در روزهای پایانی مدت زمان نگهداری شود. تغییرات در رنگ پوسته نان سنگک نیمه پخته وابسته به مدت زمان نگهداری است. تغییراتی در رنگ نمونه‌های بسته‌بندی شده تحت اتمسفرهای مختلف به وجود نخواهد آمد. به نظر می‌رسد که بیاتی نان مهمترین نقش را در افزایش میزان روشنی رنگ نمونه‌ها به دلیل تغییرات نا چیز در مقدار رطوبت نان نیم پخت در طی

نگهداری دارد. نان نیمه پخته، بافت نرم‌تری در مقایسه با نان کاملاً پخته دارد. این می‌تواند به دلیل رطوبت بالاتر نان نیمه پخته باشد زیرا به خوبی معلوم شده است که رطوبت بالاتر نان، سبب افزایش نرمی بافت نان می‌شود. سفتی مغز نان اساساً به سبب رتروگراداسیون نشاسته می‌باشد. هنگامی که سفتی مغز نان کاملاً پخته در طول زمان نگهداری افزایش می‌یابد، رتروگراداسیون نشاسته به تنهایی عامل بیاتی نان نبوده زیرا هنگامیکه که نان در دمای حدود ۵۵ درجه سانتیگراد حرارت می‌بیند رتروگراداسیون معکوس می‌گردد. این نشان می‌دهد که بیاتی مغز نان یک پدیده پیچیده وکمپلکس است که چندین مکانیسم از قبیل تبلور مجدد نشاسته، شکل اتصالات عرضی بین نشاسته وحلقه‌های گلوتن و توزیع مجدد رطوبت در میان ترکیبات نان را در بر دارد. (Le-Bail, 2014 & ,Khoshakhlagh, Hamdami, Shahedi)

غلظت CO_2 اولیه در فاز گازی، یکی از فاکتورهای مهم در تعیین تأثیر بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده بر روی رشد میکروبی می‌باشد. با افزایش غلظت CO_2 در head space نان سنگک نیمه پخته بسته‌بندی شده تحت اتمسفرهای مختلف، نرخ رشد باکتریها، کپک و مخمر در طول نگهداری کاهش می‌یابد، این به دلیل خواص باکتریواستاتیکی و ضد قارچی گاز CO_2 بوده که به عنوان بازدارنده عمل می‌کند و با افزایش غلظت آن در اتمسفرهای تغییر داده شده، افزایش پیدا می‌کند. هم چنین گزارش شده است که نیتروژن فعالیت ضد میکروبی فقط بر محیط بی‌هوازی را دارد و بازدارنده رشد میکروبهای هوازی است. (Le-Bail, 2014 & ,Khoshakhlagh, Hamdami, Shahedi)

نان بربری نیز یکی دیگر از پر مصرف‌ترین نانهای ایران می‌باشد. عوامل موثر در کاهش زمان ماندگاری نان از دست دادن رطوبت، فساد میکروبی و بیاتی می‌باشد. با استفاده از بسته‌بندی مناسب نان بربری درون بسته‌های پلاستیکی تحت اتمسفر اصلاح شده می‌توان بر این دو مشکل غلبه کرد. همانطور که گفته شد گاز CO_2 می‌تواند خاصیت نگهدارندگی برای محصولات نانوایی داشته باشد. این گاز می‌تواند موجب تسریع سفتی بافت نان بربری غنی شده با سویا گردد. با بررسی تحقیقات انجام شده می‌توان نتیجه گرفت که زمان ماندگاری میکروبی نان بربری غنی شده با سویا می‌تواند با بسته‌بندی تحت اتمسفر اصلاح شده به ۲۱ روز یا بیشتر افزایش یابد. این افزایش ماندگاری می‌تواند بدون نیاز به افزودن پرو پیونات کلسیم که معمولاً به عنو ان نگهدارنده به نان اضافه می‌گردد، انجام شود. بهترین شر ایط برای کاهش سفتی نان بربری غنی شده با سویا استفاده از فیلم بسته‌بندی سه لایه متشکل از پلی اتیلن تری فتالات ـ پلی اتیلن تری فتالات ـ پلی اتیلن سبک و بسته بند ی تحت اتمسفر معمولی یا گاز CO_2 با غلظت پایین ($\% 50 >$) می‌باشد. با افزایش غلظت گاز CO_2 درون بسته سفتی بافت به میزان معنی داری افزایش می‌یابد. دلیل این امر احتمالاً به این خاطر است که چون گاز CO_2 قابل یت این را دارد که هم در آب و هم در چربی حل شود، وارد بافت ماده غذایی می‌شود و درنتیجه درون بسته فشار منفی ایجاد می‌شود که باعث می‌شود جداره‌های بسته شدیداً به نمونه فشرده شود و حجم بسته در هفته اول بسته‌بندی کاهش یابد و لذا سفتی بافت نان تا حدودی افزایش یابد. (همتیان سورکی, و غیره, ۱۳۹۱)

تکنیک جدید بسته‌بندی جایگزین برای این روش استفاده از جاذبهای اکسیژن و اتانول در بسته‌بندی است. هنگامیکه از یک جاذب اکسیژن در بسته‌بندی استفاده می‌شود، اکسیژن کاملاً حذف نشده اما رشد قارچها به طور موثری کاهش می‌دهد. استفاده از گاز اتانول در بسته‌بندی افزایش مدت زمان ماندگاری نان را نشان داده است که به دلیل اثرات آنتی باکتریال بر روی رشد مخمرها بوده است. (C., 2002 & ,I.S., V)

تأثیر بسته‌بندی با فیلمهای نانویی

دانشمندان در سال ۱۹۳۸ نشان دادند که سرعت و میزان بیات شدن با افزایش درجه حرارت کاهش می‌یابد. فیلمهای پلی اتیلن معمولی به دلیل نفوذپذیری قابل توجه اکسیژن و بخار آب از آنها که از جمله عوامل فیزیکی در بیاتی نان می‌باشند، باعث افزایش قابل توجهی در ضایعات نان می‌شود. فیلمهای نانویی با خواص آنتی باکتریال خود به دلیل وجود ذرات نقره و همچنین نفوذپذیری کمتر اکسیژن و بخار آب به دلیل ذرات رس نسبت به فیلمهای پلی اتیلن معمولی، در نگهداری از نان بسته‌بندی شده، افزایش ماندگاری نان و جلوگیری از بیات شدن نقش قابل توجهی دارند. ذرات نانو نقره با خاصیت ضد میکروبی خود از رشد کپکها و میکروبها جلوگیری کرده و با ایجاد محیط ضدمیکروبی، منجر به بهبود خواص مکانیکی و ماندگاری نان می‌شود. به کار بردن ذرات نانو رس با لایه‌های نازک نانومتری که ساختاری صفحه مانند دارند، باعث می‌شود نفوذ ملکولها از خلال توده نانوکامپوزیت با مشکل مواجه شود. حضور این ذرات سبب افزایش مسیر نفوذ کننده از خلال پلیمر شده، در نتیجه باعث کاهش عبورپذیری از آن، نسبت به فیلمهای پلی اتیلن معمولی می‌شود. کاهش نفوذپذیری و خروج بخار آب از بسته، به حفظ تازگی نان کمک کرده و باعث دیرتر بیات شدن نان می‌شود. (ستاری نجف آبادی, افشاری, & مینایی, ۱۳۹۱)

به طور کلی با اندازه‌گیری رطوبت نان می‌توان به میزان بیاتی آن پی برد. درصد رطوبت در مراحل مختلف می‌تواند بیانگر میزان تاثیر فیلمهای نانویی در جلوگیری از خروج رطوبت نان بسته‌بندی شده و ممانعت از بیات شدن نان باشد. نتایج تحقیقدانشمندان حاکی از آن بود که میزان از دست دادن رطوبت در بسته‌های نانویی نسبت به بسته‌بندی شاهد، ۱۴ تا ۲۵ درصد کمتر بوده است. این امر نشانگر کاهش میزان افت رطوبت نان بسته‌بندی شده در بسته‌های نانویی و در نتیجه کاهش میزان بیاتی آن است. (ستاری نجف آبادی, افشاری, & مینایی, ۱۳۹۱)

کاربرد بسته‌بندی فعال

بسته‌بندی یکی از تمهیدات مؤثری است که با توسل به آن در سطوح مختلف بسته بندی حجیم، بسته بندی جزئی و در سطح مصرف کننده، در محل تولید و در محل فرآوری، بسته‌بندی اولیه و ثانویه و ثالثیه می‌توان میزان ضایعات و هدر رفت مواد غذایی را به حداقل رساند. (ستاری نجفآبادی, مینایی, عزیزی, & افشاری, ۱۳۸۸)

بسته‌بندی فعال یکی از مفاهیم نوین در بسته‌بندی مواد غذایی است که در پاسخ به تغییرات مداوم در نیازهای مصرف کنندگان به بازار فروش عرضه شده است. بسته‌بندی فعال شرایط جو بسته را به گونه مطلوبی تغییر می‌دهد که موجب افزایش عمر نگهداری ماده غذایی گردد. برخلاف بسته‌بندی قدیمی که بر اساس آن کیفیت نگهداری فرآورده باید به گونه‌ای حفظ گردد که حداقل بر هم کنش بین فرآورده و بسته صورت گیرد بر اساس پیشرفتهای جدید به عمل آمده در دهه‌های اخیر در صنایع بسته‌بندی بر هم کنش بین بسته‌بندی و فرآورده سودمند به حساب می‌آید. بسته‌بندی تغییر یافته فعال طی ۲۵ سال اخیر به ویژه در آمریکا و ژاپن به منظور نگهداری مواد غذایی مورد استفاده قرار گرفته است و کاربرد انواع گوناگون این نوع بسته‌بندی روز به روز در حال گسترش است. این نوع بسته در انواع مختلفی تولید شده است مانند انواعی که دارای افزودنیهایی به منظور حفظ تازگی محصول است که می‌توانند کاربردهای متعددی داشته و در مقایسه با بسته‌بندی قدیمی در نگهداری ماده غذایی موثر است. مواد یا عوامل فعال به طور مستقیم یا غیرمستقیم در تماس با مواد غذایی می‌باشند. ترکیبات فعال شامل جاذب‌های اکسیژن، دی اکسید کربن، رطوبت، اتیلن، عوامل آزاد کننده اتانل، مواد طعم دهنده و عوامل ضد میکروب می‌باشد. بسته بندی فعال در مورد انواع گوناگون از مواد غذایی مانند، نان، کیک،

شیرینی، پیتزا، خمیر تازه، پنیر، گوشت و فرآورده‌های آن و میوه‌جات مورد استفاده قرار گرفته است. (پایان & حامدی, ۱۳۹۲)

با توجه به دلایل یاد شده استفاده از فیلمهای چند لایه (لایه شاهد/لایه بستر/لایه حصار) پیشنهاد شده است. در این فیلمها سرعت انتشار ترکیب فعال توسط لایه داخلی کنترل می شود، درحالی که لایه بستر حاوی ترکیب های فعال و لایه حصار یا محافظ برای جلوگیری از انتقال عامل فعال به خارج از بسته‌بندی عمل می‌کند. (پایان & حامدی, ۱۳۹۲)

فساد معمولاً به وسیله کپکها، باکتریها و ویروسها ایجاد می‌شود. تغییرات متابولیکی غیر معمول که به دلیل گرمازدگی، سرمازدگی، کمبود اکسیژن یا تنش دی- اکسیدکربن روی می‌دهد، ممکن است به لک افتادن، گود افتادگی، نرم شدگی بیش از حد، تغییر رنگ و تغییر بافت محصول منجر شود. این میکروارگانیسمها می‌توانند مواد نشاسته‌ای، پروتئینی، چربی و سایر مواد آلی موجود در غذاها را مصرف کنند و سبب تغییر رنگ و بو و طعم آنها شوند. علاوه بر فساد ظاهری، بعضی از قارچها سموم خطرناکی ایجاد می‌کنند که باعث مسمومیتهای خفیف، شدید و حتی کشنده می‌شوند. وجود و تعداد قارچها و کپکها در مواد غذایی از نظر بهداشتی و تجاری، حائز اهمیت است و در بازرسیهای بهداشتی به شمارش کلی و کپک استناد می‌شود. (ستاری نجفآبادی, مینایی, عزیزی, & افشاری, ۱۳۸۸)

سطح بالای اکسیژن موجود در بسته‌بندی‌های موادغذایی می‌تواند رشد میکروبی، ایجاد طعم و بوی نامطلوب، تغییر رنگ و افت ارزش غذایی را در برداشته باشد که به نوبه خود باعث کاهش درخور توجه ماندگاری مواد غذایی می‌گردد. کاهش سرعت رشد باکتری‌های هوازی برای افزایش ماندگاری فرآورده‌های شیر و محصولات فریزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. همچنین برای جلوگیری از آسیبهای احتمالی به دامنه‌ی گسترده‌ای از مواد غذایی کاهش سرعت فساد یا تخریب اجزای تشکیل دهنده آنها مانند روغنها، چربیها رنگدانه‌ها و ویتامینها ضروری است. (پایان & حامدی, ۱۳۹۲) جاذبهای اکسیژن و بسته‌بندی تحت خلاء در دمای بالا ($40^{\circ}C$) اکسیداسیون را کاهش می‌دهند. در نتیجه این کاهش سرعت باعث طعم بهتر مواد غذایی می‌شود. (ضیابخش دیلمی, صداقت, & شهیدی, ۱۳۸۸) اگر چه مواد غذایی حساس به اکسیژن می‌توانند به روشهای جو تغییر داده شده (MAP) یا خلا بسته‌بندی گردند. چنین روشهایی همواره خروج کامل اکسیژن را فراهم نمی‌کنند. سیستمهای جاذب می‌توانند به شکل مناسب به منظور خروج کامل اکسیژن پس از بسته‌بندی تحت خلا یا MAP مورد استفاده قرارگیرند. (پایان & حامدی, ۱۳۹۲)

در حال حاضر اکثریت جاذبهای موجود تجاری بر مبنای اکسایش آهن عمل می‌کنند. متداولترین جاذب اکسیژن براساس اکسایش آهن می باشد. بسته‌های کوچک(Sachet) طوری طراحی می‌شوند که میزان اکسیژن را تا کمتر از ۰.۱٪ در بسته کاهش دهند. هدف اصلی از کنترل رطوبت کاهش میزان فعالیت آبی فرآورده است که به نوبه خود باعث جلوگیری از رشد میکروبی می‌گردد. علاوه بر آن با جلوگیری از جذب رطوبت در قسمتهای سطحی کیفیت فیزیکی آنها حفظ می‌گردد. مواد جاذب الرطوبه مانند سیلیکاژل رطوبت را با جذب فیزیکی از محیط خارج می‌نمایدکه با تغییر دما قابل برگشت است یعنی سیلیکاژل با تغییر دما رطوبت جذب شده را از دست می‌دهد. روش مورد دیگر برای خروج رطوبت اضافی موجود روی سطح مواد غذایی مرطوب، استفاده از رطوبت گیر بین دو لایه فیلم پلاستیکی نفوذپذیر به رطوبت است. نمونه‌ای از این سیستمها Pitchit محصول شرکت Showa Denko و پلی پروپیلن گلیکول ویسکوز می‌باشند که به صورت ساندویچی بین فیلمهای پلی وینیل الکل قرار دارند. (پایان & حامدی, ۱۳۹۲)

نتیجه گیری

با توجه به بررسی‌های انجام شده در این پژوهش، می‌توان گفت که با استفاده از لایه‌های غیر قابل نفوذتر به بخار آب مانند پلی پروپیلن جهت دار شده و پلی پروپیلن و فیلم‌های مرکب و چند لایه تا حدود زیادی، خواص کیفی نان ازجمله، درصد رطوبت، میزان بیاتی و امتیاز نهایی نان بهبود می‌یابد. همچنین مشخص شد که استفاده از کارتونی که دو طرف آن با کاغذ پلی اتیلن دار پوشانده شده باشد تفاوت معنی‌داری را در نتایج بدست آمده از آزمونهای کیفی نان نسبت به بسته‌بندی با پلاستیک در طول ۷۲ ساعت نگهداری ایجاد نکرده، بلکه باعث شکیل شدن ظاهر بسته‌بندی شده، همچنین باعث حفظ خصوصیات نان در طول حمل و نقل، نگهداری و جلوگیری از له شدن و درهم ریختگی نان می‌شود. اگرچه که استفاده از فیلمهای نفوذناپذیر به رطوبت و فعالیت آبی نان شده و در به تأخیر انداختن بیاتی نان موثر است، ولی به دلیل مناسب بودن محیط برای رشد اسپور کپکها، پایداری در برابر کپک زدگی این نمونه‌ها کمتر و در طول ۶ روز نگهداری کپک زده، به همین دلیل مناسب‌ترین بسته‌بندی برای نان بخصوص در نانهایی با درصد رطوبت بالاتر، بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده (MAP) پیشنهاد می‌شود. اگرچه استفاده از لایه OPP تا حدود ۵ روز، خصوصیات کیفی نان را نسبت به فیلم پلی اتیلن دولایه حفظ می‌کند ولی استفاده از این لایه برای مدت زمان کوتاه و کمتر از یک هفته، برای نان تافتون پیشنهاد می‌شود. (مقدادیان, شاهدی, & کبیر, ۱۳۸۳)

نیمه پخته کردن یک تأثیر مهم بر روی به تأخیر انداختن بیاتی در نان سنگک دارد به طوری که نیم پخت کردن، رتروگراداسیون نشاسته را که در طی نگهداری اتفاق می‌افتد در فرایند دوباره پخت، معکوس می‌نماید. غیر قابل نفوذ بودن بالای فیلمهای بسته‌بندی به تبخیر آب در حفظ رطوبت نان نیمه پخته و جلوگیری از سفتی بافت به دلیل افت رطوبت کمتر موثر است. کیفیت میکروبیولوژیکی نان سنگک نیمه پخته، بیشتر تحت تأثیر بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده وتکنولوژی Bake-off می‌تواند یک راه برای افزایش ماندگاری وکاهش افت کیفیت نان سنگک است. (Le-Bail, & ,Khoshakhlagh, Hamdami, Shahedi 2014)

با توجه به آن که میزان از دست دادن ر طوبت در بسته‌های نانویی نسبت به بسته‌بندی شاهد، ۱۴ تا ۲۵ درصد کمتر بوده، همچنین نانهای بسته‌بندی شده به وسیله فیلمهای نانویی، ۴۰ تا ۶۰ درصد ماندگاری بیشتری نسبت به نمونه شاهد دارند، استفاده از نانوتکنولوژی و فیلمهای نانویی، می‌تواند به عنوان راهکاری مفید در جهت کاهش ضایعات نان معرفی شود. (ستاری نجف آبادی, افشاری, & مینایی, ۱۳۹۱)

انگیزه یا محرک نهایی برای گسترش هر فناوری جدید عامل هزینه است. کارایی اقتصادی تجهیزات هوشمند و فعال به مزایای حاصل از چنین سیستمهایی وابسته است. بررسیهای اقتصادی نشان می‌دهند که هزینه بسیاری از تجهیزات بسته‌بندی فعال (جاذبها و منتشر کننده‌ها) یا تجهیزات بسته‌بندی هوشمند مانند سنسورهای اکسیژن عامل بازدارنده‌ای در، مقیاس تولید در سطح تجاری نبوده و نخواهد بود، گرچه اطلاعات اندک موجود در رابطه با نظر مصرف کننده نسبت به چنین بسته‌بندی، نشان دهنده دید مثبت است. (پایان & حامدی, ۱۳۹۲)

استفاده از این تکنولوژی در تولید محصولات نانوایی دارای مزایای زیر است :

- پتانسیل مدت زمان ماندگاری محصولات نانوایی از ۵۰ به ۴۰۰ ٪ با استفاده از MAP افزایش یافته است بطوریکه متوسط مدت زمان ماندگاری محصولات نانوایی با MAP حداقل ۲۱ روز می‌باشد.
- کاهش ضررهای اقتصادی تولید.

- محصولات نانوایی بسته‌بندی شده به این روش می‌توانند به فواصل دورتر حمل شده هزینه تمام شده آن نیز کمتر می‌شود.
- این تکنولوژی تولید محصولات نانوایی با کیفیت بالا و بدون نیاز به نگهدارنده شیمیایی ممکن نموده است.
- و در نهایت موجب توسعه علم جدید می‌شود. (C., 2002 & ,I.S., V)

منابع

پایان, م., و حامدی, م. (۱۳۹۲, بهار). مروري بر كاربرد بسته بندي فعال در صنايع غذايي. *فصلنامه علوم و صنايع غذايي , ۱۰* (۳۸), ص. ۴۹ ـ ۶۸.

ستاري نجف آبادي, م., افشاري, ح., و مينايي, س. (۱۳۹۱, تابستان). تاثير بسته‌بندي با فيلمهاي نانويي بر ويژگيهاي مكانيكي نان. *علوم غذايي و تغذيه , ۹* (۳), ص. ۷۳ ـ ۸۸.

ستاري نجفآبادي, م., مينايي, س., عزيزي, م. ح., و افشاري, ح. (۱۳۸۸, زمستان). تأثير بسته‌بندي با فيلمهاي نانويي بر ويژگيهاي ارگانولپتيكي و ميكروبي نان. *مجله علوم تغذيه و صنايع غذايي ايران , ۴* (۴), ص. ۶۵ ـ ۷۴.

ضيابخش ديلمي, م., صداقت, ن., و شهيدي, ف. (۱۳۸۸). تأثير روش بسته‌بندي و دماي نگهداري بر خصوصيات شيميايي و حسي بيسكويت فشرده. *نشريه پژوهشهاي صنايع غذايي ايران , ۵* (۱), ص. ۱۱ ـ ۲۰.

مقدادیان, ن., شاهدی, م., و کبیر, غ. ح. (۱۳۸۳). بررسی روشهای بهینه سازی نان تافتون. *علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی* , ص. ۱۵۷ ـ ۱۶۹.

همتیان سورکی, ع., قیافه داوودي, م., طباطبایی یزدي, ف., مرتضوي, س. ع., کریمی, م., رضوي زادگان جهرمی, س. ح., و غیره. (۱۳۹۱, پاییز). بررسی تأثیر نوع بسته‌بندی و اتمسفر اصلاح شده بر ویژگیهای نان بربری غنی شده با آرد کامل سویا. *فصلنامه علوم و صنایع غذایی , ۹* (۳۶), ص. ۷۷ ـ ۸۵.

I.S., K., V., G و ,.C., T .(2002) .Production and packaging of bakery products using MAP technology .*Trends in Food Science و Technology (13). pp*. 319 - 324.

Khoshakhlagh, K., Hamdami, N., Shahedi, M و ,.Le-Bail, A .(2014) ,January 19 .(Quality and microbial characteristics of part-baked Sangak bread packaged in modified atmosphere during storage .*Journal of Cereal Science(2014). pp*. 1 – 6.