مروری بر فیلم ها و پوشش های خوراکی فعال در بسته بندی مواد غذایی

محمد منصور سمیع [۱*]، آریو امامی فر [۲]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد فناوری مواد غذایی دانشگاه بوعلی سینا همدان (nwo1708@gmail.com)
۲. دکتری تخصصی علوم و مهندسی صنایع غذایی ، دانشیار دانشگاه بوعلی سینا همدان و (a.emamifa@basu.ac.ir)

چکیده

امروزه صنعت بسته بندی مواد غذایی یکی از صنایع گسترده بوده و برخلاف گذشته یک صنعت جداگانه محسوب می گردد و هزینه های تولید بسته بندی به طور جداگانه در کنار فراورده به قیمت نهایی افزوده می شود . یکی از روند های جدید که در صنعت بسته بندی مواد غذایی در حال رشد روز افزون می باشد ، تولید بسته بندی های مواد غذایی قابل مصرف و خوراکی می باشد که علاوه بر مزایایی که برای اکوسیستم دارد و ضایعاتی از بسته بندی در طبیعت رها نخواهد شد در صورت رها شدن در طبیعت نیز زیست تخریب پذیر خواهند بود ، اینگونه بسته بندی می تواند برای مصرف کننده نیز بسیار جذاب بوده و به ایمنی ، سلامت و تنوع محصولات غذایی می افزاید . هدف از این مقاله مروری برسی آخرین روش ها و تکنولوژی های بسته بندی خوراکی به منظور آشنایی بیشتر با این گونه از بسته بندی ها و فرایند ساخت و کاربرد آن ها با توجه ویژه به فیلم ها و پوشش های فعال خوراکی می باشد.

کلمات کلیدی:

بسته بندی نوین ، محیط زیست، بسته بندی خوراکی ، بسته بندی زیست تخریب پذیر ، کاهش ضایعات

*محمد منصور سمیع

مقدمه

چندیست که بسته بندی های خوراکی توسط صاحبان صنایع غذایی و دارویی بسیار مورد توجه قرار گرفته اند ، زیرا اینگونه بسته بندی ها می توانند میزان ضایعات را کاهش داده و همچنین کاربردی نوین در ایجاد پایداری ، کیفیت و تنوع محصولات غذایی و دارویی ایجاد نمایند . مطالعات اخیر بر روی بسته بندی های بر پایه پلیمر های زیستی صورت گرفته است تا توانایی این پلیمر های زیست پایه در نگه داری ، کنترل و آزاد سازی ترکیبات فعال سنجیده شود . صنعت نو پای بسته بندی خوراکی به شدت در حال رشد و ترقی با بکار گیری ترکیبات خوراکی نظیر پروتئین ها ،پلی ساکارید ها ، لیپید ها ، رزین ها و سایر ترکیبات خوراکی می باشد . هدف از اینگونه بسته بندی ، مصرف شدن آن به همراه فراورده های بسته بنده شده در آن و یا زیست تجزیه پذیری در صورت عدم مصرف خوراکی این بسته بندی ها می باشد . انواع اینگونه بسته بندی ها شامل فیلم ها ، ورقه ها ، پوشش ها و کیسه های کوچک می باشند که در ادامه مقاله به بررسی ساختار و نحوه تولید و کاربرد هر یک از انواع این بسته بندی ها خواهیم پرداخت . اما تفاوت هر یک از انواع بسته بندی های ذکر شده را باید به عنوان مقدمه تعیین نمود . فیلم های خوراکی و ورقه های خوراکی که هر کدام به طور متوسط و به ترتیب دارای ضخامت کمتر از ۲۵۴ میکرومتر و بیشتر از ۲۵۴ میکرومتر می باشند می توانند یا به صورت جداگانه در سیستم بسته بندی اعمال گردند و یا می توانند در بین لایه های مواد غذایی قرار گیرند و همچنین میتوانند به صورت لایه داخلی در تماس با ماده غذایی در کیسه های کوچک خوراکی مورد استفاده واقع شوند . از نظر مصارف دارویی کپسول های دارویی و پوشش های قرص ها نیز می توانند توسط همین گونه بسته بندی های خوراکی تولید گردند .

۱.ترکیبات مورد استفاده در تولید بسته بندی خوراکی

۱,۱ پلیمر ها

مواد مورد استفاده در بسته بندی های فعال خوراکی باید ویژگی های لازم برای مصرف انسانی نظیر غیر سمی بودن و توانایی انتقال ترکیبات فعال را دارا باشند . پلیمر هایی که در این حوزه از بسته بندی متداول می باشند پلی ساکارید ها ، پروتئین ها و لیپید ها می باشند . پلی ساکارید ها و کربوهیدرات های پیچیده به طور گسترده در تولید بسته بندی های خوراکی مورد استفاده قرار می گیرند . پلی ساکارید ها ترکیبات طبیعی موجود در طبیعت با منشاء های متفاوت نظیر گیاهان (نشاسته و پکتین)، حیوانات (چیتوزان و چیتین) همچنین جلبک های دریایی (آلژینات) و حتی میکروب ها (زانتان و پلولان) هستند که امکان تولید فیلم ها و پوشش های خوراکی بی رنگ ، بدون رنگ و طعم همچنین فاقد چربی از آن ها میسر است . این پوشش ها و فیلم ها عایق های خوبی نسبت به اکسیژن و کربن دی اکسید می باشند اما مقاومت ضعیفی نسبت به بخار آب دارند .

پروتئین ها ماکرومولکول هایی با بیش از ۱۰۰ واحد آمینواسید متصل به هم با پیوند های پپتیدی هستند که می توانند به دو دسته پروتئین های گوی مانند و رشته ای تقسیم شوند . پروتئین های رشته ای در آب نا محلولند و منشاء حیوانی دارند درحالی که پروتئین های گوی مانند ، محلول در آب و اسید بوده و منشاء گیاهی دارند . پروتئین های مختلفی نظیر پروتئین های آب پنیر ، کازئین، ژلاتین ، گلوتن گندم و زئین ذرت را می توان در تولید بسته بندی های خوراکی مواد غذایی به کار گرفت . پوشش ها و فیلم های حاصل از پروتئین ها دارای خواص آبدوستی و عایق اکسیژن خوب بوده اما ، مقاومت مکانیکی پایینی دارند .

لیپید ها نیز که از منابع حیوانی و گیاهی و حشرات قابل استحصال می باشند نیز ترکیبات طبیعی آبگریزی هستند که در تولید بسته بندی های فعال خوراکی مورد استفاده قرار می گیرند و متداول ترین لیپید های مورد استفاده در اینگونه بسته بندی ها ، موم ها ،رزین ها و

مونوگلیسرید استیله شده می باشند . این پلیمر ها توانایی تولید پوشش ها و فیلم های عایق به رطوبت قوی اما با ضعیف از نظر عایق بودن در مقابل اکسیژن و کربن دی اکسید و مقاومت مکانیکی پایین می باشند . به منظور حل معایب هر یک از پلیمر های ذکر شده می توان این پلیمر ها را با یکدیگر به منظور دستیابی به فیلم ها و پوشش های مطلوب از نظر خصوصیات مکانیکی و عایق بودن ترکیب نمود . مثال هایی از این ترکیبات را میتوان نام برد که شامل نشاسته ذرت و کربوکسی متیل سلولز ، چیتوزان و آلژینات و سایر بیوکامپوزیت ها می گردند .

۲,۱ آنتی اکسیدان ها

آنتی اکسیدان ها ترکیباتی هسند که با محافظت از محصولات غذایی در برابر اکسیداسیون مانع از فساد مواد غذایی و افزایش عمر انبارمانی آن ها می شوند که از این قبیل فساد ها می توان به رنسید شدن چربی ها و تغییر رنگ آنتوسیانین ها اشاره نمود . این عناصر فعال که متداول ترین آن ها ترکیبات فنولیک نظیر تانن ها ، اسید های فنولیک و فلاونوئید ها می باشند ، می توانند به دو صورت مورد استفاده قرار گیرند . در روش اول می توان این ترکیبات را مستقیما به محصول غذایی اضافه نمود و یا در روش دوم این ترکیبات فعال را در ساختار پلیمر مورد استفاده در بسته بندی به کار گرفت . خاصیت احیا کنندگی این ترکیبات موجب می شود تا با مکانیسم های شلاته کردن فلزات ، خنثی سازی رادیکال های آزاد و اکسیژن منفرد موجب افزایش عمر انبار مانی مواد غذایی شوند . همچنین این ترکیبات با ایجاد تاخیر در اکسیداسیون لیپید ها از رنسید شدن مواد غذایی دارای چربی جلوگیری می نمایند . علاوه بر خواص ایجاد ماندگاری ، ترکیبات فنولی خصوصیات سلامت بخشی در انسان نظیر خصوصیات ضد التهابی ، پیری و غیره را از خود نشان داده اند . از مطالعاتی که بر روی استفاده از آنتی اکسیدان ها در بسته بندی های خوراکی زیست تخریب پذیر صورت گرفته است میتوان به چندین مثال اشاره نمود . ترکیب عصاره رزماری با فیلم خوراکی تهیه شده از نشاسته کاساوا توانست با موفقیت خواص آنتی اکسیدانی و زیست تخریب پذیری خود را بعد از ۱۴ روز از خود نشان دهد و همچنین این فیلم تولید شده مقاومت خوبی نسبت به نفوذ امواج ماورابفش از خود بروز داد (هرناندز و همکاران ، ۲۰۱۶) . فیلم های خوراکی تولید شده از میوه پاپایا خشک شده به همراه اسکوربیک اسید و عصاره گیاه مورینگا بر روی قطعات میوه گلابی پوشش دهی شدند که به طور موفقیت آمیزی از اکسید و قهوه ای شدن قطعات گلابی تا ۹ روز جلوگیری نمودند (رودریگز و همکاران ، ۲۰۱۹) . تولید فیلم های خوراکی از سویا در ترکیب با روغن های اسانسی ارگانو و آویشن توانست به مدت ۱۲ روز مانع از تغییرات اکسیداسیونی در گوشت چرخ کرده همبرگر و حفظ رنگ قرمز در شرایط یخچال شود (کازکن و همکاران ، ۲۰۱۴).

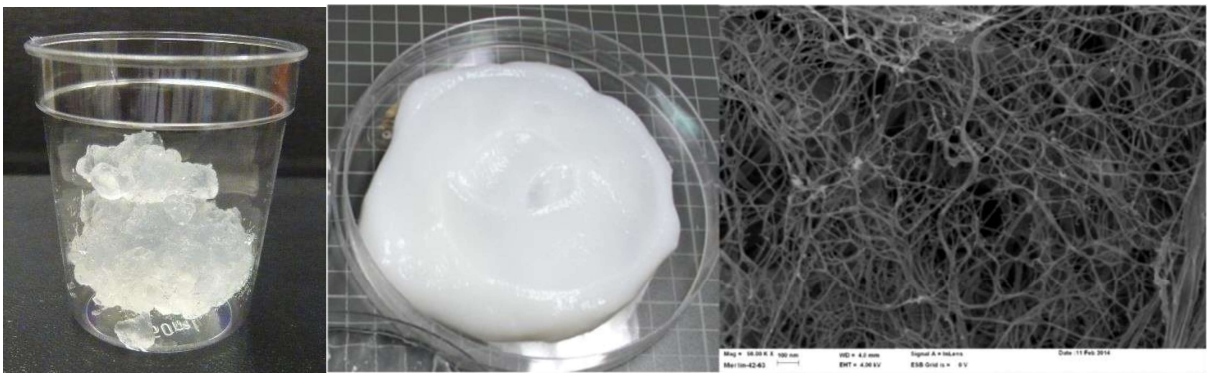
۳,۱ ترکیبات ضد میکروبی و نگه دارنده ها

بر طبق تعریف ، ترکیبات ضد میکروبی یا نگهدارنده ها ، ترکیباتی هستند که عمر انبارمانی محصولات غذایی را به واسطه محافظت از آنها در برابر فساد توسط میکروارگانیسم ها افزایش می‌دهند . چندین پلیمر شناخته شدند که از خود ویژگی های ضد میکروبی بدون نیاز به افزودن ترکیبات فعال نشان دادند . از جمله این ترکیبات چیتوزان و آب پنیر هستند. چیتوزان می تواند از رشد باکتری هایی نظیر لیستریا مونوسایتوژنز ، باسیلوس سرئوس، استافیلوکوکوس اورئوس ، اشریشیا کولای و سالمونلا تایفیموریوم ، همچنین مخمر ها و کپک هایی نظیر گونه کاندیدا و فوزاریوم جلوگیری کند . مکانیسم بازدارندگی چیتوزان بر پایه بر اساس واکنش گروه های آمینو دارای بار مثبت آن با غشا های میکروبی که بار منفی دارند می باشد که موجب نفوذ پذیری بیشتر و نشت غشاء سلولی این میکرو ارگانیسم ها شده همچنین توانایی شلاته کردن یون های فلزی مجاور باکتری ها در نتیجه ایجاد تداخل در جا به جایی و انتقال ترکیبات مغذی ضروری را دارا می باشد .

مکانیسم فعالیت ضد میکروبی آب پنیر اما با اینکه عملکرد ضد میکروبی یکسان با چیتوزان دارد ، هنوز مشخص نیست . از دیگر ترکیبات ضد میکروبی فعال میتوان به روغن های اسانسی که متابولیت های ثانویه گیاهان می باشند اشاره نمود که هر یک از این روغن های اسانسی خواص مخصوص به خود را دارا می باشند و نتایج مطالعات نشان داده که این ترکیبات ، اثرات ضد میکروبی بر علیه طیف وسیعی از باکتری ها بروز می دهند که به عوامل مختلفی بستگی دارد . از مهم ترین این عامل ها می توان به منشاء ، ترکیب شیمیایی ، نحوه استخراج و گونه میکروبی هدف اشاره نمود .

٤,١ سایر ترکیبات

علاوه بر ترکیبات فعال ذکر شده ، برخی دیگر از ترکیبات نیز با هدف های خاص می توانند در ساخت فیلم ها و پوشش های خوراکی مورد استفاده قرار گیرند . به طور مثال ، ترکیباتی نظیر نانوسلولز (شکل ۱) ، ذرات نانو فلزات مانند ذرات نقره با اندازه در حد نانومتر و نانوسیلیکا نیز می توانند برای بهبود خواص مکانیکی ، مقاومت در برابر اشعه فرابنفش و افزایش قدرت عایق بودن پوشش های خوراکی مورد استفاده قرار گیرند . نتایج مطالعات نشان داده است که افزودن نانو سلولز به فیلم های خوراکی بر پایه پروتئین ، موجب بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی این فیلم ها و مقاومتشان در برابر اشعه فرابنفش گردیده است (ژانگ و همکاران ،۲۰۲۱) ، همچنین نفوذ پیری نسبت به اکسیژن و گاز ها به علت حضور ذرات نانوسلولز در ماتریکس فیلم خوراکی موجب افزایش قدرت عایق بودن آن گردیده است (آهانکاری و همکاران،۲۰۲۰).



شکل ۱

۲. عملکرد ، کاربرد و خواص بسته بندی های خوراکی

۱,۲ عایق های محیطی

متداول ترین و منطقی ترین دلیل تولید فیلم ها و پوشش های خوراکی ، کنترل انتقال جرم بین ماده غذایی و اتمسفر محیط می باشد . نفوذ پذیری یکی از خواص مهم در انتخاب نوع مواد اولیه برای تولید بسته بندی های خوراکیست .تاثیر رطوبت و دما روی پلیمر های زیستی نیاز به نفوذ پذیری های مختلف برای اهداف تولید بسته بندی های متفاوت دارد و میزان نفوذ پذیری هر بیوپلیمر مورد استفاده در بسته بندی باید به طور دقیق برای شرایطی که بسته بندی با آن مواجه می شود محاسبه گردد .اما این پوشش های خوراکی هر کدام انواع کارایی های خاصی دارند که در ادامه انواع آن ها را شرح خواهیم داد .

۲,۲ عایق های رطوبت

بسته بندی خوراکی می تواند مانع تبادل رطوبت بین محصول بسته بندی شده نهایی و محیط اطراف آن شود . در واقع تغییر در فعالیت آبی (a_w) محصول بسته بندی شده می تواند موجب فساد میکروبی ، تغییرات بافتی نامطلوب و واکنش های شیمیایی و آنزیمی ناخواسته شود .
نفوذ پذیری نسبت به بخار آب یکی از نکات کلیدی در تعیین نوع مواد به کار گرفته شده در فیلم‌های بسته بندی مورد استفاده می باشد مطالعات نشان دادند که در کل فیلم‌های بر پایه هیدروکلوئیدها نفوذ پذیری نسبت به بخار آب بالاتری در مقایسه با فیلم های تولید شده توسط پلاستیک و موم ها دارند . در رطوبت های نسبی بالا و همچنین غلظت بالای مورد استفاده از ترکیبات پلاستیکی کننده پلاستیسایزر ها ، میزان نفوذپذیری به بخار آب فیلم های آب دوست به علت ماهیت قطبی بودن آن ها افزایش خواهد یافت . بدین سان این فیلم ها تنها می‌توانند برای دوره های کوتاه مدتی یا در مورد محصولات غذایی با میزان رطوبت پایین مورد استفاده قرار بگیرند زیرا توانایی مقاومت آنها در برابر تبادل رطوبت پایین می‌باشد . از طرف دیگر لیپیدها ، برای بهبود خواص عایق های رطوبتی هیدروکلوئیدی و یا تولید پوششهای عایق رطوبت آبگریز استفاده قرار می گیرد ، زیرا این ترکیبات قطبیت پایین و مصونیت بالا همچنین ماتریکس مولکولی متراکم تری از لحاظ ساختار نسبت به فیلم‌های بر پایه هیدروکلوئیدها دارند .

۳,۲ عایق های اکسیژن

بیشترین میزان تخریب ایجاد شده در مواد غذایی ، ناشی از اکسیداسیون چربی ها و اجزای مواد غذایی همچنین ایجاد رنگ های نامطلوب نظیر واکنش های قهوه ای شدن آنزیمی و همچنین از دست رفتن رنگ میوگلوبین در گوشت تازه می باشد . استفاده از بسته بندی های خوراکی با میزان نفوذ پذیری پایین نسبت به اکسیژن کیفیت محصول بسته بندی شده را افزایش خواهد داد ونیز عمر انبارمانی محصولات غذایی حساس به اکسیژن را با کاهش استفاده از عایق های اکسیژن پلاستیکی که بسیار گران قیمت و غیر قابل بازیافت هستند را افزایش خواهد داد . علاوه بر این ، تولید فیلم های خوراکی دارای میزان نفوذپذیری مشخص در طی شرایط انبارداری معین نیز اتمسفری اصلاح شده ایجاد می نمایند نرخ تنفس را محصولات کشاورزی ونیز میزان تولید اتیلن در محصولات کلایمکتریک در طی انبارداری و توزیع این محصولات کنترل می نماید .
میزان نفوذپذیری به اکسیژن برخی از فیلم های بر پایه پلیمرهای زیستی و یا بر پایه پترولیوم طیف گسترده‌ای از نفوذ پذیری ها را نسبت به اکسیژن را شامل می شوند . فیلم های بر پایه هیدروکلوئیدها به طور کل دارای خواص عایق گازی قابل توجه می باشد به ویژه در رطوبت

های نسبی پایین که همه این موارد را می توان در جدول شماره ۱ مشاهده نمود . همچنین می توان در این جدول شرایط انجام آزمایش استفاده از پلاستیسایزر ها تاثیرات آنها را بر نفوذ پذیری نسبت به اکسیژن مشاهده کرد . در رطوبت نسبی بالا فیلم های پایه هیدروکلوئیدی و همچنین فیلم های بر پایه اتیلن وینیل الکل یا به اختصار (EVOH) ، در اثر رطوبت جذب شده حالت پلاستیکی پیدا میکنند که موجب ایجاد اختلال در خصوصیات عایق بودن آنها ایجاد می نماید .

۴,۲ عایق های عطر و طعم

عایقهای نسبت به ترکیبات آلی فرار نقش بسیار مهمی را در جلوگیری از از دست رفتن طعم و بوی این ترکیبات و مهاجرت عطر و طعم خارجی از بیرون بسته بندی به درون محصول بسته بندی شده ایفا می نمایند . این اتفاق زمانی رخ می دهد که به واسطه ماتریکس نفوذ ناپذیر نسبت به مواد دارای عطر و طعم ترکیبات نمی‌توانند از بسته‌بندی خروج کرده و یا به آن وارد شوند . خصوصیت آب دوست بودن پروتئین ها و همچنین فیلم های خوراکی بر پایه پروتئین و پلی ساکارید ها این ترکیبات را به عایق های مناسب نسبت به ترکیبات عطر و طعم غیر قطبی مبدل می نمایند.

۵,۲ عایق های روغن

بسته بندی های خوراکی می توانند مقاومتی نسبت به چربی در برابر هر گونه محصول حاوی لیپید ایجاد نمایند که انتظار می‌رود این ویژگی توسط استفاده از پلیمرهای بر پایه کربوهیدرات و پروتئین که خاصیت آب دوستی دارند ایجاد گردد به عنوان مثال فیلم های حاوی پروتئین آب پنیر خواص مقاومت نسبت به چربی قابل ملاحظه ای را از خود نشان داده اند .

عایق های انتقال جرم در طی فرآوری ماده غذایی

پوشش های خوراکی قطعاً پتانسیل بهبود کیفیت و کارایی برخی از محصولات غذایی در حین فناوری را دارا می باشند . پوشش های خوراکی برپایه هیدروکلوئیدها می‌توانند به منظور حفظ رطوبت و کاهش جذب چربی در فرآورده‌های سرخ شده در روغن مورد استفاده قرار بگیرند.

کاربرد پوشش های خوراکی در محصولات غذایی علاوه بر جلوگیری از آب زدایی اسموتیک می‌تواند با جلوگیری از ورود عوامل تبخیر کننده و خروج سیالات تبخیر شونده مانع از دست رفتن ترکیبات ارزشمند محلول در آب شوند.

به منظور حداکثر کردن تبخیر انتخابی، پوشش خوراکی مورد استفاده بایت نفوذ پذیری بالا نسبت به بخار آب و همچنین نفوذ پذیری پایین نسبت به ترکیبات ارزشمند محلول در آب و عوامل تبخیرکننده داشته باشد . اما از نظر کمک به فراوری می‌توان به حداقل کردن مهاجرت نمک ها به درون ماده غذایی در هنگام انجماد توسط محلول های نمکی همچنین محدود کردن از دست رفتن عطر و طعم درطی فرایند خشک کردن انجمادی اشاره نمود.

٦,۲ عایق های جلوگیری کننده از انتقال جرم در مواد غذایی چند جزئی

مهاجرت جرم بین ترکیبات تشکیل دهنده در مواد غذایی هتروژن صورت می گیرد که بر روی خصوصیات حسی و ایمنی میکروبی ماده غذایی بسته بندی شده تاثیر گذار است . روش متداول برای ایجاد محدودیت در انتشار رطوبت بین اجزای تشکیل دهنده ترکیبات غذایی چند بخشی، کاهش تدریجی فعالیت آبی (aw) با افزودن جاذب های رطوبت گرید خوراکی می باشد که اکثر مواقع موجب تغییرات قابل توجه در خصوصیات حسی و فیزیکو شیمیایی ماده غذایی می‌شوند . اما قرار دادن فیلم های خوراکی بین فازهای مواد غذایی روشی نوین

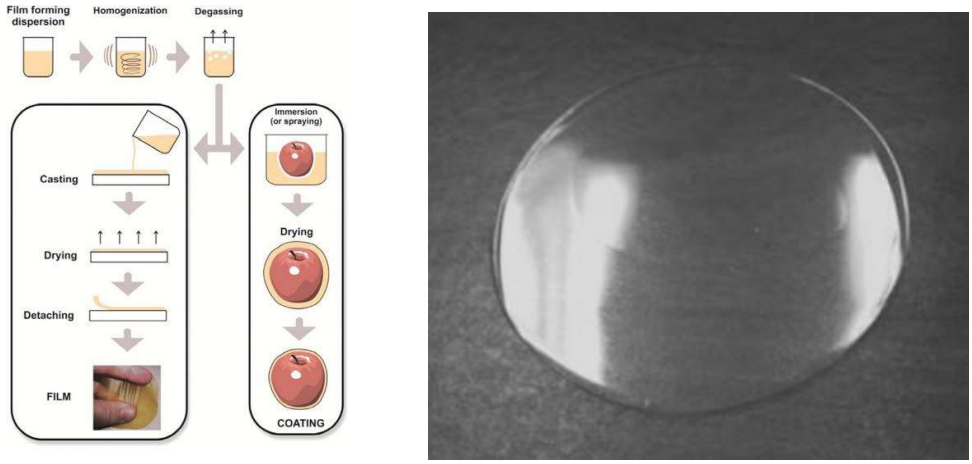
برای جلوگیری از پدیده مهاجرت جرم بین بخش های مختلف یک ماده غذایی هتروژن که می‌توانند فعالیت آبی ، عطر و طعم و یا محتوای چربی متفاوت داشته باشند مورد استفاده قرار گیرند که این روش موجب افزایش کیفیت و ماندگاری اینگونه مواد غذایی خواهد شد .

حامل های آنتی اکسیدان ها ، مواد ضد میکروبی و سایر افزودنی های مواد غذایی

توانایی بسته بندی های خوراکی مبنی بر حمل و کنترل آزادسازی ترکیبات فعال موجب گردیده است تا اینگونه بسته بندی ها زیادی را نسبت به خود از سوی محققان صنایع غذایی و دارویی جلب نمایند . فرمولاسیون این بسته بندی ها می تواند به گونه ای طراحی شود تا حمل افزودنیهای غذایی مورد نظر به طور مثال آنتی اکسیدان ها ، ترکیبات ضد میکروبی، رنگدانه ها ، طعم دهنده ها و چاشنی ها، نمک ها ، ترکیبات مغذی و همچنین جاذب های نور صورت بگیرد .

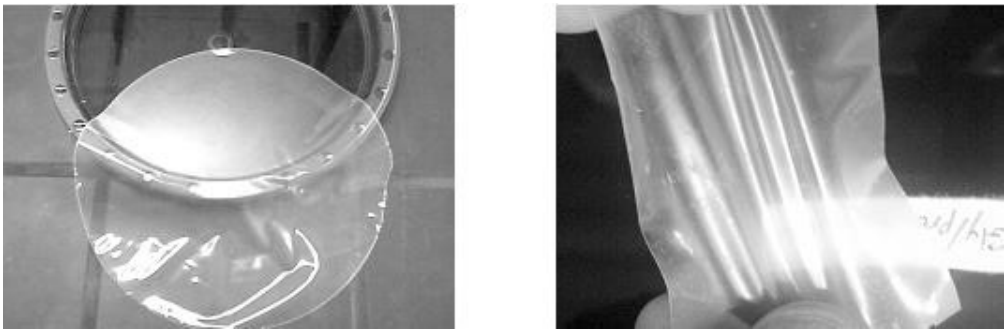
۳. نحوه آماده سازی بسته بندی های فعال خوراکی

چند روش برای تولید و آماده سازی این نوع بسته بندی ها وجود دارد که می توانند به روش های خشک و مرطوب تقسیم گردند . روش مرطوب شامل چهار مرحله ریختن ، غوطه وری ، پاشش و پوشش دهی می شود که پیش از آن حتما هموژنیزه کردن محلول اولیه ضروریست . در روش خشک نیز فرایند های فشرده سازی حرارتی / شکل دهی حرارتی و اکستروژن را داریم . معمولا کوتینگ ها یا پوشش ها به روش مرطوب و فیلم ها به روش خشک تولید می گردند و تنها تفاوت این دو روش این است که در روش مرطوب نیاز است تا یک مرحله خشک کردن نهایی صورت بگیرد .در (شکل ۲) شمایی ساده از تولید فیلم و پوشش خوراکی همچنین یک نمونه از این نوع بسته بندی را از چپ به راست مشاهده می نمایید .



شکل ۲

تولید این گونه پوشش ها در کشور نیز به صورت موفقیت آمیز بر پایه استفاده از پروتئین آب پنیر ۸۵٪ و روغن زیتون با ویژگی های عملکردی مطلوب صورت گرفت که تصویر این فیلم ها را می توان در (شکل ۳) مشاهده نمود .(جوانمرد ،۲۰۰۹)



شکل ۳

۴. نتیجه گیری

تولید فیلم ها و پوشش های خوراکی فعال در صنایع بسته بندی مواد غذایی امری بسیار ضروری و رو به رشد است زیرا ، این نوع از بسته بندی ها تاثیرات مخرب بر روی محیط زیست و اکوسیستم نخواهند گذاشت و باقی مانده ای از آن ها در طبیعت مشاهده نخواهد شد .از طرف دیگر استفاده از این نوع بسته بندی های خوراکی به جای بسته بندی های مرسوم پلاستیکی و سنتزی موجب می شود تا انسان بتواند با مصرف این پوشش ها به همراه ماده غذایی بسته بندی شده از ترکیبات فعال اضافه شده در آن مانند آنتی اکسیدان ها و سایر ترکیبات سلامتی بخش بهره ببرد . این نوع از بسته بندی قابلیت بازیافت بالا و هزینه کمتر را نیز به همراه داشته و جایگزینی این نوع بسته بندی به جای بسته بندی های پلیمری با منشاء سوخت های فسیلی در کل ، هم به نفع انسان و هم به نفع محیط پیرامون انسان خواهد بود و می توان گامی نو در جهت حرکت به سوی محیط زیستی سالم تر و ضایعات و زباله کمتر ، همچنین استفاده حداکثری از مواد بسته بندی به نفع انسان با افزودن ترکیبات فعال مفید برداشت.

۵.منابع

1. Ahankari, S. S., Subhedar, A. R., Bhadauria, S. S., & Dufresne, A. (2021). Nanocellulose in food packaging: A review. *Carbohydrate Polymers*, *255*, 117479. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.117479
2. Barbosa, C. H., Andrade, M. A., Vilarinho, F., Fernando, A. L., & Silva, A. S. (2021). Active Edible Packaging. *Encyclopedia*, *1*(2), 360–370. https://doi.org/10.3390/encyclopedia1020030
3. Chawla, R., Sivakumar, S., & Kaur, H. (2021). Antimicrobial edible films in food packaging: Current scenario and recent nanotechnological advancements- a review. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, *2*(November 2020), 100024. https://doi.org/10.1016/j.carpta.2020.100024
4. F, K. Ge. (1967).. *Angewandte Chemie International Edition, 6(11), 951–952.*, *39*, 41–44.
5. Janjarasskul, T., & Krochta, J. M. (2010). Edible packaging materials. *Annual Review of Food Science and Technology*, *1*(1), 415–448. https://doi.org/10.1146/annurev.food.080708.100836
6. Javanmard, M. (2009). Iranian journal of pharmaceutical sciences. *Biodegradable Whey Protein Edible Films as a New Biomaterials for Food and Drung Packaging*, *5*(3), 129–134.
7. Jeevahan, J., & Govindaraj, M. (2017). a Brief Review on Edible Food. *Journal of Global Engineering Problems & Solutions*, *1*(1), 9–19.
8. Majid, I., Ahmad Nayik, G., Mohammad Dar, S., & Nanda, V. (2018). Novel food packaging technologies: Innovations and future prospective. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, *17*(4), 454–462. https://doi.org/10.1016/j.jssas.2016.11.003
9. Mohsin, A., Zaman, W. Q., Guo, M., Ahmed, W., Khan, I. M., Niazi, S., Rehman, A., Hang, H., & Zhuang, Y. (2020). Xanthan-Curdlan nexus for synthesizing edible food packaging films. *International Journal of Biological Macromolecules*, *162*, 43–49. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.06.008
10. Piñeros-Hernandez, D., file:///C:/Users/iDEAL/Desktop/مقاله/dash2019.pdfMedina-Jaramillo, C., López-Córdoba, A., & Goyanes, S. (2017). Edible cassava starch films carrying rosemary antioxidant extracts for potential use as active food packaging. *Food Hydrocolloids*, *63*, 488–495. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.09.034
11. Rodríguez, G. M., Sibaja, J. C., Espitia, P. J. P., & Otoni, C. G. (2020). Antioxidant active packaging based on papaya edible films incorporated with Moringa oleifera and ascorbic acid for food preservation. *Food Hydrocolloids*, *103*(November 2019), 105630. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105630
12. Zhang, W., Zhang, Y., Cao, J., & Jiang, W. (2021). Improving the performance of edible food packaging films by using nanocellulose as an additive. *International Journal of Biological Macromolecules*, *166*, 288–296. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.10.185

abstract
nowadays, food packaging industry is one of the most widespread industries and unlike the past it is considered a separate industry and the cost of packaging production is separately added to the final price of the product. one of the new trends in the fast growing food industry is the production of edible food packaging, which in addition to the benefits that it has for the ecosystem and will not remain in nature because of its biodegradable properties which reduces waste production, it can also be very attractive to consumers in case of safety and variety . the aim of this article is to review the latest methods and technologies of edible packaging in order to further acquaintance with these species and make the application of them with special attention to edible film and edible coatings.