مجله نخبگان علوم و مهندسی

Journal of Science and Engineering Elites

جلد ۷- شماره ۵- سال ۱۴۰۱

www.ElitesJournal.ir

تأثیر و بررسی صمغ کتیرا به‌عنوان پوشش فیلم‌های خوراکی در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی

امید دلیری شمس آبادی[1*]، آناهیتا لطفی فروشانی[2]

۱- کارشناسی ارشد،گروه مهندسی شیمی، دانشکده مهندسی شیمی،دانشگاه آزاد اسلامی

۲- کارشناس،گروه صنایع غذایی، دانشکده مهندسی شیمی،دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان

*Omiddaliry@yahoo.com

ارسال: آبان ماه ۱۴۰۱ پذیرش: آذر ماه ۱۴۰۱

چکیده

پلاستیک مادهٔ تخریب ناپذیری است که در محیط‌زیست باقی می‌ماند و می‌تواند در فرآیند هوموئستاز اکوسیستم دخالت کند و اثرات سمی را روی سلامت حیوانات و انسان داشته باشد. تخمین زده‌شده است که پلاستیک‌ها حدود ۱۰ درصد از زباله‌های جهان را تشکیل می‌دهند و حدود ۷۰ درصد از زباله‌های بستر دریا را فرآورده‌های پلاستیکی یک‌بارمصرف تشکیل می‌دهد مانند ظروف نوشیدنی‌ها، ظروف بسته‌بندی مواد غذایی و نی پیش‌بینی‌شده است اگر همین روند ادامه پیدا کند، در دههٔ آینده میزان زباله‌های پلاستیکی حتی بیشتر از این‌ها خواهد شد. پلی ساکاریدها، پروتئین‌ها و لیپیدها مواد اصلی مورداستفاده برای تهیه فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی هستند.چون بخش عمده‌ای از این بیوپلیمر ها منشأ کشاورزی دارند و معمولاً از محصولات گیاهی و حیوانی به دست می‌آیند، می‌توان با تولید و استخراج آن‌ها ارزش‌افزوده محصولات کشاورزی را بالا برد. پلی ساکاریدها دارای خواص تشکیل فیلم مطلوبی ازجمله مقاومت مکانیکی، خواص مانع کارآمد در برابر روغن و لیپیدها، انسداد انتقال گاز و نفوذپذیری انتخابی در برابر انتقال اکسیژن هستند. بااین‌حال، فیلم‌های مبتنی بر پروتئین در مقایسه با فیلم‌های مبتنی بر پلی ساکارید، خواص مکانیکی، نوری و مانع قوی‌تری را نشان می‌دهند. یکی از معایب اصلی فیلم‌های مبتنی بر پروتئین و پلی‌ساکارید، تأثیر رطوبت بر ویژگی‌های عملکردی آن‌ها است.

کلمات کلیدی: بسته‌بندی مواد غذایی، پوشش‌های خوراکی، صمغ کتیرا، محیط‌زیست.

۱- مقدمه

اگرچه پلاستیک به دلیل کاربردهای وسیع و مزایای ارزشمندی که نسبت به سایر مواد دارد موردتوجه خاصی قرار دارد، ولی تأثیر پلاستیک بر محیط زندگی ما با توجه به حجم انبوه مصرف آن در جهان نیز حائز اهمیت است. توجه به تأثیر مواد خام تولیدکننده پلاستیک در درجه اول اهمیت قرار دارد. تاکنون تقریباً تمام پلاستیک‌ها از مواد پتروشیمی که منابع طبیعی تجدید ناپذیر هستند تولید می‌شدند. میلیون‌ها سال طول کشیده است تا این منابع در زمین تشکیل شوند و این‌که اکنون چه مقدار از این مواد وجود دارد نامشخص است، بنابراین استخراج پیوسته این مواد درنهایت سبب کاهش منابع و برآورده نکردن تقاضا برای این محصول می‌شود. به‌علاوه، این سوخت‌های فسیلی توزیع یکنواختی در سراسر جهان ندارند و تخمین زده می‌شود که بیشتر نفت شناخته‌شده جهان در خاورمیانه ذخیره‌شده باشد. درنتیجه، قیمت مواد اولیه مواد پلاستیکی به‌شدت تغییرپذیر است و اغلب فقط در چند نقطه از جهان

وجود دارد. پلاستیک اهداف زیادی را برای ما میسر می‌سازد و استفاده از آن فواید بسیاری دارد، اما زمانی که دور ریخته‌می‌شود می‌تواند تأثیر بدی روی برخی از موجودات زنده بر جای بگذارد. تخمین نرخ مرگ‌ومیر سطح بالایی از قربانیان در سال را نشان می‌دهد، به‌خصوص ۱تا ۲میلیون پرنده دریایی و همچنین ۱۰۰۰۰۰ حیوان آبزی را شامل می‌شود[۱]. مهم‌ترین چالش تولیدکنندگان محصولات غذایی، تقلیل کیفیت محصول پس از تولید و در مراحل نگهداری است. نگهداری نادرست می‌تواند، منجر به فاسدشدن محصول و افزایش ضایعات غذایی می‌شود. چگونگی بسته‌بندی مواد غذایی، تأثیر بسزایی در حفظ کیفیت مواد غذایی، افزایش ماندگاری، جلوگیری از فساد میکروبی، ممانعت از نشت رطوبت و هوا به درون بسته‌بندی، دارد. پیشرفته‌های اخیر در بسته‌بندی مواد غذایی نویدبخش افزایش ماندگاری محصولات تولیدشده است. در سال ۲۰۱۶، ارزش بازار بسته‌بندی مواد غذایی، ۶۹۷ میلیون دلار برآورد شد، انتظار می‌رود این میزان تا سال ۲۰۲۳ به ۱۰۹۷ میلیون دلار برسد، که با نرخ رشد مرکب سالانه(Compound annual growth rate) جهانی 6.81 (CGAR) درصد از سال ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۳ افزایش خواهد یافت. بسته‌بندی محصولات معمولاً به دو طریق صورت می‌گیرد: در ابتدا روکش کردن مستقیم خود محصولات غذایی و سپس قرار دادن محصولات غذایی درون پوشش‌های آماده شد. پوشش‌ها(فیلم‌های خوراکی) به‌منظور، حفظ کیفیت محصولات در کنار ایمنی آن، ارزش غذایی محصولات و نیز ارزش اقتصادی آن در حیطه‌ی فرآوری مواد غذایی به کار می‌رود.این پوشش‌ها سبب حفظ پارامترهای کیفی و ظاهر محصول و نیز افزایش ماندگاری آن می‌شوند.(این محصولات شامل، میوه‌ها، سبزیجات، گوشت، تن‌های ماهی، محصولات لبنی) است. درواقع این پوشش‌ها، با ایجاد سد در برابر نفوذ اکسیژن و رطوبت، اکسیداسیون لیپید، کنترل فعالیت‌های آنزیمی و فساد میکروبی چنین نقشی را به‌خوبی ایفا می‌کنند.در ساخت این پوشش‌ها همچنین از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و عوامل ضد میکروبی به‌منظور جلوگیری از اکسیداسیون خودبه‌خودی محصولات غنی از چربی استفاده می‌شود و مقاومت روغنی محصولات غذایی سرخ‌شده را افزایش می‌دهد. بدین ترتیب، باوجود سد رطوبتی و اکسیژن، محصولات غذایی در طی مراحل نگهداری، اکسیداسیون آنزیمی کاهش می‌یابد و بدین ترتیب از قهوه‌ای‌رنگ شدن محصول و نیز نرم شدن ساختار آن جلوگیری می‌کند. با کمک این پوشش‌ها، همچنین از بخار شدگی طبیعی (فرار طبیعی) چاشنی‌ها و رنگ‌ها باگذشت زمان، جلوگیری می‌کند[۲]. کیفیت محصولات غذایی، به خواص تغذیه‌ای، ارگانولپتیکی و میکروبیولوژیکی وابسته است، که این سه، باگذشت زمان درطی مراحل، فرآوری، نگهداری و عرضه به مشتری تغییر می‌کنند. این تغییرات، درنتیجه‌ی اندرکنش محصولات با محیط است که می‌تواند با ایجاد تغییرات، سبب کاهش کیفیت محصول مثل،مانند از بین رفتن آب یا گاز شود. بر اساس گزارش‌های دریافتی، پوشش‌های خوراکی قادرند، خواص تغذیه‌ای، ارگانولپتیکی و میکروبیولوژیکی محصولات غذایی مختلف را به‌خوبی حفظ کنند. پوشش‌های خوراکی، می‌تواند در جهت حفظ خواص فیتوشیمی میوه و سبزیجات (آنتی اکسیدان‌ها، فنولیک، رنگ)، و نیز خواص فیزیکوشیمیایی آن‌ها (نرخ تنفس، کاهش وزن، حل شوندگی کلی محصولات جامد و pH) در مدت‌زمان طولانی، تأثیرگذار باشند. ازآنجاکه پوشش‌ها از دیرباز بدون طعم و شفاف ساخته‌شده‌اند، وجودشان کیفیت محصولات غذایی را به لحاظ حسی مختل نکرده است. البته طبق یافته‌های نشان می‌دهد، ویژگی‌های حسی مانند رنگ، طعم، و ظاهر در چند کاربرد مانند بسته‌بندی سوشی و انواع پیتزا ضروری است[۳]. بسیاری از محققان کاربرد موفقیت‌آمیز پوشش و فیلم خوراکی ساخته‌شده با استفاده از پلیمرهای زیستی را برای حفظ خواص غذایی و ارگانولپتیکی محصولات غذایی مختلف ثبت کرده‌اند. طبق مطالعات صورت گرفته توسط می و همکارانش پوشش‌های خوراکی ساخته‌شده از صمغ زانتان (Xanthan Gum) می‌توانند به‌عنوان پوشش کارآمد جهت افزایش، خواص تغذیه‌ای و ارگانولپتیکی بچه هویج (هویج اطلس) در زمان نگهداری، به مدت سه هفته در دمای ۲ درجه سانتی گراد استفاده شوند[۴]. طبق مطالعات تاهیر و همکاران ، پوشش خوراکی صمغ عربی، در افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی توت‌فرنگی، با افزایش آنتوسیانین و فنولیک تأثیر به سزایی دارد. همچنین، پوشش‌های خوراکی ساخته‌شده از کیتوزان و پونه کوهی و نیز اسانس آویشن می‌توانند رشد میکروارگانیسم‌های مخرب و بیماری‌زا را کنترل و همچنین ارزیابی حسی میگوهای پاک شپه را بهبود بخشند[۵]. ابراهیمی و رستگار، تأثیر چشم‌گیر پوشش‌های خوراکی ساخته‌شده از گوآر غنی‌شده با آلوئه ورا و اسپیرولینا (مکمل غذایی) را در حفظ محتوای اسید اسکوربیک، فنول کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی انبه

انبارشده در دمای محیط گزارش کردند. پوشش‌های خوراکی ساخته‌شده از صمغ گوآر و جینسنگ نیز ماندگاری گیلاس خودر(Sweet Cherry) را به مدت ۸ روز افزایش داد. پوشش‌های صمغی، اتلاف آب، مقاومت، اسیدیته قابل تیتراسیون، اسید اسکوربیک و محتوای فنول کل را کاهشمی‌دهد[۶]. بدین ترتیب، استفاده از پوشش‌های خوراکی می‌تواند روش مناسبی برای حفظ کیفیت محصولات غذایی باشد.

۲- روش‌های ساخت پوشش‌های خوراکی

در حالت کلی، پوشش‌ها (فیلم)خوراکی، به‌عنوان ماتریکس سه‌بعدی درو تا دور محصول غذایی پیچیده می‌شود و می‌تواند به‌عنوان بسته‌بندی اولیه بدون هیچ‌گونه جنبه‌ی حسی یا تغذیه‌ای ایفای نقش کند. به عبارتی این‌گونه پوشش‌ها، فاقد طعم و رنگ هستند تا با خواص حسی محصول غذایی تداخلی نداشته باشند. بررسی دقیق خواص شیمیایی و ساختار پلیمرهای زیستی تشکیل‌دهنده فیلم به‌منظور توسعه‌ی کارآمدتر آن‌ها مطابق با کاربرد آن‌ها ضرورت دارد. پوشش‌های خوراکی را می‌توان از پیش ماده‌های خوراکی از طریق دو طریق مختلف به دست آورد: فرآیندهای مرطوب و خشک که به ترتیب فرآیندهای ریخته‌گری و اکستروژن نامیده می‌شوند جدول ۱، روش‌های مختلف ساخت پوشش‌های خوراکی به کمک پلیمرهای زیستی، برای کاربرد در صنایع غذایی نشان می‌دهد. حلالیت بیوپلیمرها و سایر مواد تشکیل‌دهنده پوشش‌ها درروش ریخته‌گری، ضروری است، در فرآیند اکستروژن نیز، ترموپلاستیسیته پلیمرهای زیستی همراه با ویژگی‌های انتقال فاز، گذار شیشه و ژلاتینی شدن حائز اهمیت است.

جدول ۱-روش‌های تشکیل فیلم‌های برای بسته‌بندی مواد غذایی

پلیمر	محصول	روش	مرجع
نشاسته ذرت با آمیلوز بالا	انبه	اکستروژن	[۷]
عصاره پوست موز کیتوزان موز	سیب	ریخته گری حلال	[۸]
پلی استرها	توت‌فرنگی	ریخته گری حلال	[۹]
کیتوسان	تخم‌مرغ بلدرچین	ریخته گری حلال	[۱۰]
نانو ذرات اکسید روی همراه با ژل آلوئه ورا	انبه	ریخته گری حلال	[۱۱]
نشاسته ذرت	گوجه‌فرنگی	ریخته گری حلال - اکستروژن	[۱۲]
آگار سدیم، آلژینات	تکه پنیر، سوسیس، گوشت،	ریخته گری حلال	[۱۳]
پروتئین نخودفرنگی نشاسته کاساوا	روغن سویا	اکستروژن	[۱۴]
کیتوسان	توت‌فرنگی	ریخته گری حلال	[۱۵]
پاپایا مورینگا	گلابی	ریخته گری حلال	[۱۶]
اسید اسکوربیک	گلابی	ریخته گری حلال	[۱۶]
ژل آلژینات	سوسیس	اکستروژن	[۱۷]

روش ساخت پوشش، متناسب با ساختار شیمیایی، پلیمر زیستی استفاده‌شده است. چگونگی خواص پوشش، من‌جمله، مقاومت مکانیکی، الاستیسیته، رئولوژی، نفوذ رطوبت و گاز، رنگ و عبور نور نیز توسط شیمی‌فیزیک پلیمرهای زیستی تعیین می‌شود. مقاومت مکانیکی و همگنی ساختار پوشش ساخته‌شده، به میزان چسبندگی مواد تشکیل‌دهنده پوشش وابسته است. اگر چسبندگی مواد به‌قدر کفایت نباشد، پوشش حاصل، مقاومت مکانیکی ضعیف خواهد داشت. چسبندگی مواد تشکیل‌دهنده، با استفاده از روان کننده‌ها کاهش می‌یابد.یکی از جدیدترین کاربردهای پوشش‌های خوراکی، استفاده از این مواد به‌عنوان، انتقال‌دهنده‌ی رنگ، طعم، شیرین‌کننده، خوراک دارو،ویتامین‌ها، داروها یا سایر «ماده مؤثره» تا زمان مصرف است. این مواد، در ساخت پوشش‌ها، چنته‌های کوچک، قرص‌های شیرین‌کننده، آدامس‌ها، ژل‌ها و سایر مواد پلیمری سنتز شده، نیز استفاده می‌شود. پیشرفت‌های تکنولوژی جدید، درزمینه‌ی پوشش‌های خوراکی، باعث ساخت فیلم‌های محلول خوراکی حاوی مواد مؤثره است. ماده مؤثره را می‌توان پیش از ریخته گری پوشش در محلول اضافه کرد. مواد مؤثره، می‌توانند تا ۲۵ درصد از پوشش (فیلم) را به

لحاظ وزنی تشکیل دهند. این مواد در ماتریس فیلم گیر می‌افتند و تا زمان مصرف در آن باقی می‌مانند. مثال‌هایی از مواد مؤثره در رشته‌های پوشش عبارت‌اند از، ترکیبات موجود در مواد بهداشت دهان، مواد کافئین جهت رفع خواب‌آلودگی، مواد مغذی و گیاهی است[۱۸].

۳- صمغ کتیرا (TG, Tragacanth gum)

افزایش تولید و مصرف مواد پلیمری در دهه‌های اخیر با تولید زباله‌های پلاستیکی، فشار زیادی را بر محیط‌زیست وارد کرده است. تقریباً نیمی از پلاستیک‌های تولیدشده در کاربردهای یکبار مصرف استفاده می‌شوند، مانند بسته‌بندی مواد غذایی که بیشترین سهم زباله‌های پلاستیکی را به خود اختصاص می‌دهد. بنابراین، تولید بسته‌بندی‌های سازگار با محیط‌زیست مانند فیلم‌های زیست‌تخریب‌پذیر و تجدید پذیر جایگزین جالبی برای پلیمرهای معمولی هستند. پلی ساکاریدها(Polysaccharides)و پروتئین-ها به دلیل خواص مطلوب تشکیل فیلم، این نیازها را برطرف می‌کنند و ازآنجایی‌که بیشتر آن‌ها خوراکی هستند، می‌توان از آن‌ها به‌عنوان فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی استفاده کرد. فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی می‌توانند با بهبود خواص مکانیکی، کاهش انتقال رطوبت، لیپیدها، طعم‌ها یا گازها بین غذا و محیط اطراف، به بسته‌بندی خارجی در افزایش ماندگاری محصولات غذایی کمک کنند. استفاده از فیلم‌ها به‌عنوان موانع افزودنی مختلف مانند طعم‌دهنده‌ها، مواد مغذی، رنگ‌ها و عوامل ضد میکروبی از دیگر کاربردهای مطلوبی است که به فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی نسبت داده می‌شود[۵]. تاکنون کارهای گسترده‌ای درزمینه تهیه فیلم‌های بر پایه یک پلیمر انجام‌شده است. بااین‌حال، ترکیب مواد فیلم با خواص متنوع ممکن است به صنعت کمک کند تا فیلم‌های مخلوط با خواص اصلاح‌شده برای برآورده کردن انتظارات مصرف‌کنندگان را تولید کند. TG را می‌توان به‌صورت ماده ترشح‌شده خشک‌شده که از تنه و شاخه گونه‌های مختلف گون (Astragalus)به‌دست‌آمده یافت که در جنوب غربی آسیا به‌ویژه در ایران و ترکیه به‌طور وحشی رشد می‌کند. این صمغ را می‌توان به‌عنوان تثبیت‌کننده، غلیظ کننده، امولسیفایر و عامل تعلیق کننده در محصولات غذایی مختلف استفاده کرد. این ویژگی‌ها از تمایل بالای TG برای اتصال به آب، فعالیت تعلیق، سطح‌فعال مؤثر و خواص امولسیون کنندگی ناشی می‌شود. بااین‌وجود، تحقیقات زیادی در مورد خواص TG به‌عنوان یک پوشش یا ماده تشکیل‌دهنده فیلم مطالعه نشده است. صمغ ایرانی (Persian gum) که به صمغ‌های شیراز، زدو و انگوم نیز معروف است، هیدروکلوئیدی (Hydrocolloid) طبیعی است که از پوست درختان بادام‌کوهی (Amygdalus scoparia Spach) ترشح می-شود و عموماً در مناطق مرکزی ایران می‌روید. PG یک هیدرو کلوئید آنیونی با مقادیر کمی پروتئین است. این ماده دارای ظرفیت جذب آب بالا و خواص امولسیون کنندگی مشابه صمغ عربی است که آن را برای مصارف غذایی مناسب می‌کند. PG به‌طور طبیعی از بخش‌های محلول در آب (حدود ۳۰ درصد وزنی) و نامحلول (حدود ۷۰ درصد وزنی) تشکیل‌شده است. کسرهای محلول به‌سرعت در آب سرد حل می‌شوند، درحالی‌که کسر دیگر تا حدی در آب داغ حل می‌شود. گزارش‌شده است که کسر محلول در آب PG لایه‌های شکننده‌ای را تشکیل می‌دهد، درحالی‌که کسر نامحلول در آب، حتی در حضور یون‌های فلزی چند ظرفیتی و نرم‌کننده‌ها (Plasticizers)، توانایی تشکیل فیلم را ندارد. فیلم‌های ژلاتینی، فیلم‌های خوراکی مبتنی بر پروتئین با استحکام و شفافیت بالا هستند که آن‌ها را جایگزین مناسبی برای مواد مصنوعی می‌کند.

چندین نویسنده برهمکنش‌های سه‌طرفه را در طول ساخت فیلم‌های کامپوزیتی با استفاده از موادی مانند پروتئین آب‌پنیر ایزوله، ژلاتین، و آلژینات سدیم، K-کاراگینان(Carrageenan) ، i-کاراگینان[۱۹] و آلژینات یا نشاسته کاساوا[۲۰]، موم کارناوبا و صمغ درخت بادام‌هندی موردمطالعه قرار داده‌اند[۲۱]. طبق اطلاعات نویسنده، این اولین گزارش از ساخت فیلم‌های خوراکی کامپوزیتی با استفاده از نسبت‌های مختلف G، TG و PG است. ازاین‌رو، هدف اصلی این مطالعه ارزیابی پتانسیل استفاده از G، TG و PG در تهیه فیلم‌های ترکیبی با استفاده از روش ساده و مشخص کردن ویژگی‌های فیزیکی فیلم‌ها است. فیلم‌های خوراکی بسته‌بندی محصولات غذایی با فیلم‌های خوراکی زیست‌تخریب‌پذیر دارای مزایای می‌باشند[۲۲]،باعث آلودگی محیط‌زیست نمی‌شود. مانع فساد میکروبی غذا می شود. ظاهر یا جلوه ماده غذایی را حفظ می کندو از افت ترکیبات مغذی در اثر واکنش‌های

ناخواسته مانند اکسایش جلوگیری می کند و مهم ترین کاربرد آن طبیعی و زیست‌تخریب‌پذیر بودن این نوع فیلم های خوراکی است. TG محصولات غذایی، جایگزینی برای فیلم‌های مصنوعی مبتنی بر نفت است که دارای معایبی مانند مهاجرت به مواد غذایی و دشواری بازیابی همراه با آلودگی محیط‌زیست است[۲۳]. بیوپلاستیک TG خوراکی و زیست‌تخریب‌پذیر برای اهداف بسته‌بندی مواد غذایی به‌منظور افزایش عمر مفید مواد غذایی استفاده‌شده است[۲۴]. نفوذپذیری و خواص فیزیکی فیلم‌های مبتنی بر TG کم است و ازاین‌رو، بیوپلیمرها و نانو مواد دیگری برای غلبه بر این مسائل اضافه‌شده‌اند. به‌عنوان‌مثال، فیلم بیونانو کامپوزیت TG / کیتوسان / اکسید گرافن از طریق قالب‌گیری(Casting) محلول تهیه شد. این فیلم‌های بیونانوکامپوزیت دارای خواص مکانیکی بالاتری در مقایسه با TG/کیتوسان خالص هستند. علاوه بر این، نفوذپذیری بخار و CO2 با افزایش نانو ذرات اکسید گرافن کاهش یافت[۲۵]. فیلم‌های بیوکامپوزیت مبتنی بر TG در ترکیب با بیوپلیمرهای دیگر مانند پروتئین سویا/نانو سلولز، نشاسته سیب‌زمینی و کیتوسان برای بهبود خواص مکانیکی و کاهش نفوذپذیری فیلم ساخته‌شده‌اند. ازآنجایی‌که فرآیندهای مهار اکسیژن و انتشار CO2 وابسته به رطوبت هستند، فیلم‌های زیستی با آب‌دوستی (Hydrophilicity) بالا در برنامه‌های بسته‌بندی اتمسفر اصلاح‌شده موردنیاز هستند. تبادل گاز تنها پس از جذب رطوبت از جو بسته یا محصول غذایی انجام می‌شود. بنابراین، یک ماده ترشح‌شده‌ی خشک‌شده آب‌دوست مانند TG به فرمولاسیون فیلم اضافه می‌شود. گلیسرول (به‌عنوان نرم‌کننده) ترکیب‌شده با پلاستیک‌های زیستی حاوی آلبومین تخم‌مرغ/TG برای این منظور تهیه‌شده است. در رطوبت نسبی ۵۳ درصد (اتمسفر کنترل‌شده)، تعادل فیلم‌های بیولوژیکی بر پایه آلبومین تخم‌مرغ/TG ظرفیت جذب آب را افزایش داد و خواص مکانیکی فیلم‌ها را به‌طور قابل‌توجهی تغییر داد. خواص ساختاری و عاملی TG نیز در بسیاری از کاربردهای غیرخوراکی به‌عنوان‌مثال لوازم‌آرایشی، منسوجات، سیستم‌های دارورسانی، مخلوط‌های کرایوژل و زیروژل، هیدروژل‌ها، کپسولاسیون‌های میکرو، حذف یون‌های فلزات سنگین و/یا رنگ، پلاستیک‌های زیستی، فیلم‌ها/پوشش‌های مخلوط خوراکی و لخته‌های کو پلیمری پیوندی مشخص‌شده است[۲۶]. فیلم‌های نانو کامپوزیتی مبتنی بر TG با ترکیبات مختلف با روش قالب‌گیری محلول ساخته شدند. برای این منظور، TG (۱ گرم) با آب مقطر (۱۰۰ میلی‌لیتر) مخلوط شد و در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه تحت هم زن با سرعت هم زدن ۱۵۰ دور در دقیقه حرارت داده شد. در یک دمابان جداشده دیگر، PVA (۰/۶ گرم) در آب مقطر (۱۰۰ میلی‌لیتر) تحت همزن با سرعت هم زدن ۱۵۰-۲۰۰ دور در دقیقه در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت حل شد. محلول PVA به فلاکس حاوی محلول TG اضافه شد و به مدت ۵۰ دقیقه در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد و به دنبال آن نانو ذرات اکسید روی پراکنده (۵-۳ درصد وزنی بر وزن به ترکیب PVA و TG) اضافه شد. سپس Gl (۲۵-۳۰ درصد وزنی به ترکیب PVA و TG) به‌عنوان نرم‌کننده و CA (۳ درصد وزنی به ترکیب PVA و TG) به‌عنوان عامل اتصال عرضی به‌تدریج اضافه شد و محلول به مدت ۲ ساعت در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد تحت هم زن با سرعت هم زدن ۱۵۰ دور در دقیقه، هم زده شد. درنهایت، AA (۳ درصد وزنی به ترکیب PVA و TG) در طول ۵ دقیقه آخر اختلاط اضافه شد. محلول در پتری دیش ریخته شد تا در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد خشک شود تا فیلم‌های نانو کامپوزیت بیولوژیکی PVA/TG/ZnO/AA بااتصال عرضی تشکیل شود. در این کار، بیونانوکامپوزیت های ((PVA/TG/ZnO/AA و فیلم‌های PVA/ TG (50:50 (F0(50:50)), 40:60 (F0(40:60)) and 30:70 (F0(30:70))) با مقادیر بهینه Gl (۳۰ درصد وزنی) و CA (۳ درصد وزنی) ساخته شدند. علاوه بر این، مقادیر بهینه نانو ذرات AA و ZnO به ترتیب ۳ درصد وزنی و ۵ درصد وزنی در بیونانو کامپوزیت‌ها بود[۲۷].

۴- نتیجه‌گیری

در این مقاله مروری استفاده از فیلم ها و پوشش های خوراکی بر پایه صمغ کتیرا به‌عنوان یک روش سازگار با محیط زیست ، فوایدی همچون افزایش زمان ماندگاری و حجم پلاستیک استفاده‌شده در صنعت بسته‌بندی را کاهش می دهد و درنتیجه سبب حفظ محیط‌زیست و ایمنی مواد غذایی می گردد.این فیلم ها و پوشش ها برپایه صمغ کتیرا قابلیت های متفاوتی از جمله ممانعت از

انتقال رطوبت ، اکسیژن و کربن دی اکسید و افزایش خواص مکانیکی فیلم و شفافیت بالایی را در بردارند.بسیاری از روش های و استفاده از مواد جدید برای بهبود عملکرد فیلم های بسته بندی با کامپوزیت های بر پایه طبیعی در حال پیشرفت هستند از جمله صمغ کتیرا که می تواند با ترکیب با سایر مواد خواص خود را بهبود می بخشد. به‌طورکلی، یک سیستم بسته‌بندی جدید و جذاب‌تر ممکن است نگاه مصرف‌کننده را به خود سوق دهد. در بسته‌بندی اطلاعاتی درباره دستورالعمل‌های تهیه و همچنین داده های تغذیه‌ای، رژیم غذایی و مواد تشکیل‌دهنده اطلاعات ایمنی و ذخیره سازی، به‌علاوه هشدارهای لازم است ارائه شده است.هدف از بسته‌بندی مواد غذایی پایدار، ادغام مواد کاربردی و یا نوآورانه در بسته‌بندی هایی است که می‌تواند سلامت اقتصادی و محیطی را بهبود بخشد.

۵- منابع

1. D. Garlotta, A literature review of poly (lactic acid), Journal of Polymers and the Environment, 9 (2001) 63-84.

2. O. Daliri Shamsabadi, An overview of the application of nanomaterials and biodegradable polymers in the food packaging industry, Basparesh.(۲۰۲۲) ,

3. N. Benbettaïeb, F. Debeaufort, T. Karbowiak, Bioactive edible films for food applications: Mechanisms of antimicrobial and antioxidant activity, Critical reviews in food science and nutrition, 59 (2019) 3431-3455.

4. Y. Mei, Y. Zhao, J .Yang, H. Furr, Using edible coating to enhance nutritional and sensory qualities of baby carrots, Journal of Food Science, 67 (2002) 1964-1968.

5. H.E. Tahir, Z. Xiaobo, S. Jiyong, G.K. Mahunu, X. Zhai, A.A. Mariod, Quality and postharvest-shelf life of cold-stored strawberry fruit as affected by gum arabic (Acacia senegal) edible coating, Journal of Food Biochemistry, 42 (2018) e12527.

6. F. Ebrahimi, S. Rastegar, Preservation of mango fruit with guar-based edible coatings enriched with Spirulina platensis and Aloe vera extract during storage at ambient temperature, Scientia Horticulturae, 265 (2020) 109258.

7. A. Calderón-Castro, M.O. Vega-García, J. de Jesús Zazueta-Morales, P.R. Fitch-Vargas, A. Carrillo-López, R. Gutiérrez-Dorado, V. Limón-Valenzuela, E. Aguilar-Palazuelos, Effect of extrusion process on the functional properties of high amylose corn starch edible films and its application in mango (Mangifera indica L.) cv. Tommy Atkins, Journal of food science and technology, 55 (2018) 905-914.

8. W. Zhang, X. Li, W. Jiang, Development of antioxidant chitosan film with banana peels extract and its application as coating in maintaining the storage quality of apple, International journal of biological macromolecules, 154 (2020) 1205-1214.

9. B .Niu, P. Shao, H. Chen, P. Sun, Structural and physiochemical characterization of novel hydrophobic packaging films based on pullulan derivatives for fruits preservation, Carbohydrate Polymers, 208 (2019) 276-284.

10. K. Yang, H. Dang, L. Liu, X. Hu, X. Li, Z. Ma, X. Wang, T. Ren, Effect of syringic acid incorporation on the physical, mechanical, structural and antibacterial properties of chitosan film for quail eggs preservation, International journal of biological macromolecules, 141 (2019) 876-884.

11. P.K. Dubey, R.N. Shukla, G. Srivastava, A.A. Mishra, A. Pandey, Study on quality parameters and storage stability of mango coated with developed nanocomposite edible film, Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci, 8 (2019) 2899-2935.

12. P. Fitch-Vargas, E. Aguilar-Palazuelos, M. Vega-García, J. Zazueta-Morales, A. Calderón-Castro, A. Montoya-Rodríguez, C. Delgado-Nieblas, I. Camacho-Hernández, Effect of a corn starch coating obtained by the combination of extrusion process and casting technique on the postharvest quality of tomato, Revista Mexicana de Ingeniería Química, 18 (2019) 789-801.

13. R. Puscaselu, G. Gutt, S. Amariei, Biopolymer-based films enriched with stevia rebaudiana used for the development of edible and soluble packaging, Coatings, 9.۳٦۰ (۲۰۱۹)

14. K. Huntrakul, R. Yoksan, A. Sane, N. Harnkarnsujarit, Effects of pea protein on properties of cassava starch edible films produced by blown-film extrusion for oil packaging, Food Packaging and shelf life, 24 (2020) 100480.

15. A. Pavinatto, A.V. de Almeida Mattos, A.C.G. Malpass, M.H. Okura, D.T. Balogh, R.C. Sanfelice, Coating with chitosan-based edible films for mechanical/biological protection of strawberries, International journal of biological macromolecules, 151 (2020) 1004-1011.

16. G.M. Rodríguez, J.C. Sibaja, P.J. Espitia, C.G. Otoni, Antioxidant active packaging based on papaya edible films incorporated with Moringa oleifera and ascorbic acid for food preservation, Food hydrocolloids, 103 (2020) 105630.

17. J. Hilbig, K. Hartlieb ,K. Herrmann, J. Weiss, M. Gibis, Influence of calcium on white efflorescence formation on dry fermented sausages with co-extruded alginate casings, Food Research International, 131 (2020) 109012.

18. Q. Bilal, S. Unhale, S. Shelke, P. Kale, R. Sarode, D .Biyani, A review on mouth dissolving films.(۲۰۱۹) ,

19. L. Wang, M.A. Auty, J.P. Kerry, Physical assessment of composite biodegradable films manufactured using whey protein isolate, gelatin and sodium alginate, Journal of Food Engineering, 96 (2010) 199.۲۰۷-

20. G.A. Paula, N.M. Benevides, A.P. Cunha, A.V. de Oliveira, A.M. Pinto, J.P.S. Morais, H.M. Azeredo, Development and characterization of edible films from mixtures of κ-carrageenan, ι-carrageenan, and alginate, Food Hydrocolloids, 47 (2015) 140-1.٤٥

21. D.C. Rodrigues, C.A. Caceres, H.L. Ribeiro, R.F. de Abreu, A.P. Cunha, H.M. Azeredo, Influence of cassava starch and carnauba wax on physical properties of cashew tree gum-based films, Food hydrocolloids, 38 (2014) 147-151.

۲۲. م. عباسعلی, ح.ذ.ر. آتنا, خ.پ.ع. اصغر, س. مهدی, اثر پوشش خوراکی پروتئین آب پنیر بر رطوبت و ویژگی های حسی ماهی کلیکای شکم خالی.

23. M. Fazel, M. Azizi, S. Abbasi, M. Barzegar, Effect of tragacanth, glycerol and sunflower oil on potato starch-based edible films.(۲۰۱۲) ,

24. F.S. Mostafavi, R. Kadkhodaee, B. Emadzadeh, A. Koocheki, Preparation and characterization of tragacanth–locust bean gum edible blend films, Carbohydrate Polymers, 139 (2016) 20-27.

25. S. Talaei, A. Kiani, Study on permeability of bionanocomposite film based on Tragacanth gum-Chitosan-Graphene oxide, Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences, 5 (2015) 25-31.

26. M.L. López-Castejón, C. Bengoechea, M. García-Morales, I. Martínez, Effect of plasticizer and storage conditions on thermomechanical properties of albumen/tragacanth based bioplastics, Food and Bioproducts Processing, 95 (2015) 264-271.

27. Z. Wu, J. Wu, T. Peng, Y. Li, D. Lin, B. Xing, C. Li, Y. Yang, L. Yang, L. Zhang, Preparation and application of starch/polyvinyl alcohol/citric acid ternary blend antimicrobial functional food packaging films, Polymers, 9 (2017) 102.

Effect and Investigation of Tragacanth Gum as a Coating of Edible Films in the Food Packaging Industry

Omid Daliri Shamsabad[1*], Anahita lotfi Foroushani[2]

1- Master of Chemical Engineering, Faculty of Chemical Engineering, Islamic Azad University
2- Bachelor of Food Industry Engineering, Faculty of Chemical Engineering, Islamic Azad University Isfahan Khorasgan Branch

*Omiddaliry@yahoo.com

Abstract

Plastic is a non-degradable substance that remains in the environment and can interfere in the homeostasis process of the ecosystem and have toxic effects on the health of animals and humans. It has been estimated that plastics make up about 10% of the world's waste, and about 70% of seabed waste is made up of single-use plastic products, such as beverage containers, food packaging containers. And it is predicted that if this trend continues, the amount of plastic waste will be even higher in the next decade. Polysaccharides, proteins and lipids are the main materials used to prepare edible films and coatings. Because most of these biopolymers are of agricultural origin and are usually obtained from plant and animal products, it is possible to add value to agricultural products by producing and extracting them. raised Polysaccharides have favorable film-forming properties, including mechanical strength, efficient barrier properties against oil and lipids, blocking of gas transport and selective permeability against oxygen transport. However, protein-based films show stronger mechanical, optical and barrier properties compared to polysaccharide-based films. One of the main disadvantages of protein and polysaccharide based films is the effect of moisture on their functional properties.

Key words: food packaging, edible coatings, gum, environment.