نشریه علمی «علوم و فنون بسته‌بندی»
سال سیزدهم، شماره ۵۰، تابستان ۱۴۰۱؛ ص ۶۰- ۵۱

علمی – مروری

مروری بر استفاده ضایعات حاصل از فرآوری میوه‌ها و گیاهان برای تولید فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی در صنعت بسته‌بندی

میثم رجبی[۱]، صابر امیری[*۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران،

۲- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

(دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۲۸ ، پذیرش:۱۴۰۱/۰۷/۱۱)

چکیده

بسته‌بندی‌ها در دستیابی به اهداف ایمنی و جلوگیری از ضایعات مواد غذایی نقش دارند. با توجه به افزایش هشدارهای زیست‌محیطی، امروزه توجه‌ها به‌سوی جستجوی فیلم‌های خوراکی زیست‌فعال تخریب‌پذیر و سازگار با محیط‌زیست تحت عنوان فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی معطوف شده است. پوشش‌ها و فیلم‌های خوراکی به‌عنوان محصولات طبیعی، سازگار با محیط‌زیست و قابل‌تجزیه می‌توانند جایگزین مناسبی برای بسته‌بندی‌های سنتزی باشند. به‌علاوه، مزیت اصلی این بسته‌بندی‌ها استفاده از آن‌ها به‌عنوان حامل افزودنی‌های غذایی همچون طعم‌دهنده‌ها، مواد ضدمیکروبی، آنتی‌اکسیدان‌ها، آنزیم‌ها و رنگ‌ها است؛ همچنین پوشش‌ها و فیلم‌های خوراکی به سبب داشتن ویژگی‌های ممانعتی و بازدارندگی و کاهش یا مهار رشد میکروارگانیسم‌ها می‌توانند سبب حفظ کیفیت مواد غذایی شده در نتیجه سبب افزایش مدت‌زمان ماندگاری محصول شوند. فرآوری مواد غذایی به دلیل ضعف در مدیریت پسماندهای حاصل از جریان‌های جانبی به دلیل عدم بهره‌گیری از ضایعات حاصل به یک خطر و چالش جدی برای محیط‌زیست تبدیل شده است. محصولات جانبی به دلیل غنی بودن از برخی ترکیبات باارزش هنوز به‌اندازه کافی موردتوجه قرار نگرفته‌اند. این مقاله مروری به بررسی فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی تولیدشده از برخی ضایعات پوست و گیاهان میوه‌ها و همچنین ویژگی‌های آن‌ها پرداخته است.

کلیدواژه‌ها: فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی، کامپوزیت‌ها، ضایعات فرآوری میوه‌ها، ترکیبات زیست فعال، پلیمرهای زیستی

۱- مقدمه

مواد پلاستیکی مشتق شده از پلیمرهای نفتی به دلیل قابلیت استفاده زیاد، قیمت پائین، شفافیت، مقاوم در برابر عوامل نفوذپذیر، سبکی و نرمی سالیان درازی است که در صنعت بسته‌بندی مورداستفاده قرار می‌گیرد. این مواد به محیط‌زیست آسیب می‌رسانند و اغلب زیست‌تخریب‌پذیر نیستند [۱]. اخیراً، آلودگی ناشی از بسته‌بندی‌های مشتق شده از پلیمرهای نفتی و مشکلات ناشی از روش‌های آلودگی‌زدایی (دفن کردن، سوزاندن و حتی بازیافت) آن‌ها توجه‌ها را به سمت یافتن یک جایگزین مناسب این نوع بسته‌بندی‌ها معطوف کرده است. با توجه به پیشرفت سریع جوامع یافتن مکان‌های مناسب جهت دفن زباله های پلاستیکی حاصل محدود و محدودتر می‌شود. ضمناً سوزاندن زباله‌ها مقدار قابل‌توجهی کربن دی‌اکسید، گرما و برخی آلاینده‌های سمی تولید می‌کنند که باعث آلودگی محیط‌زیست می‌شوند. جمع‌آوری و پاک‌سازی این زباله‌ها به‌منظور بازیافت و فرآوری مجدد مستلزم صرف انرژی و هزینه بالا است که موجب افزایش قیمت بسته‌بندی‌ها و کاهش کیفیت آن‌ها خواهد شد [۲]؛ اما چالش‌ها و نگرانی‌های حاصل از پلیمرهای زیستی کمتر است چون فرآیند زیست‌تخریب‌پذیری آن‌ها در طبیعت انجام می‌گیرد. در سالیان اخیر مصرف‌کنندگان به سمت مصرف محصولات غذایی باکیفیت‌تر تازه‌تر و با دسترسی آسان‌تر سوق یافته‌اند. دراین‌بین صنعت بسته‌بندی با به‌کارگیری مواد و روش‌های بسته‌بندی نوین و مناسب نقش مهمی را در کاهش ضایعات حاصل از مواد غذایی و همچنین تولید محصولات سالم و ایمن ایفا کرده است [۳].

۱-۱- تاریخچه

بسته‌بندی مواد غذایی جهت حفاظت غذا از گرما، نور، رطوبت، اکسیژن، میکروارگانیسم‌ها، حشرات و گردوخاک توسعه پیدا کرده است. سالیان درازی است که پوشش‌های خوراکی برای نگهداری بهتر محصولات غذایی و افزایش جذابیت ظاهری محصول مورداستفاده قرار می‌گیرند. به‌طور مثال، از دوران باستان چینی‌ها پرتقال و لیموی تازه را با استفاده از لایه نازکی از موم‌ها می‌پوشاندند تا رطوبت آن‌ها حفظ شده و ماندگاری افزایش یابد.

[*] نویسنده مسئول: sa.amiri@urmia.ac.ir

این کار هم‌اکنون نیز انجام می‌گیرد. پوشش دادن علاوه بر این که از خشک شدن میوه جلوگیری می‌کند باعث ایجاد ظاهری جذاب، کاهش تبادل گازهای تنفسی و عدم رشد کپک‌ها و حشرات بر روی میوه‌ها و سبزی‌ها نیز می‌گردد [۴].

پلیمرهای زیستی طبیعی موجود در پنبه، ابریشم، پشم، چرم و چوب قرن‌هاست که مورداستفاده قرار می‌گیرند و خواص ساختاری و عملکردی آن‌ها بر توسعه پلیمرهای مبتنی بر نفت تأثیر گذاشته است [۵]. نخستین بار، مک هاگ و همکارانش [۶] دست به تولید فیلم‌های خوراکی مبتنی بر پلیمرهای زیستی حاصل از پوره میوه‌ها و سبزی‌ها زدند. از این زمان به بعد مطالعات بسیار گسترده‌تری جهت ساخت فیلم‌های بر پایه میوه‌ها و سبزی‌ها و همچنین مدیریت پسماندهای حاصل از فرآوری این محصولات انجام گرفته است [۶]. تا سال ۱۹۶۷ استفاده از فیلم-های خوراکی در مصارف تجاری سهم بسیار کمی داشتند و اساساً به لایه‌های مومی مورداستفاده بر روی میوه‌ها و سبزی‌ها محدود بودند. در طول سال‌ها مصارف تجاری به‌سرعت رشد کرده است (به‌طوری‌که در سال ۱۹۸۶ کمتر از ۱۰ شرکت وجود داشت که این‌چنین محصولاتی را ارائه می‌داد درحالی‌که در سال ۱۹۹۶ این تعداد به ۶۰۰ شرکت فعال رشد یافت). امروزه استفاده از فیلم-های خوراکی به‌سرعت برای حفظ کیفیت محدوده وسیعی از مواد غذایی به درآمد تام سالیانه بیش از ۱۰۰ میلیون دلار گسترش یافته است [۷].

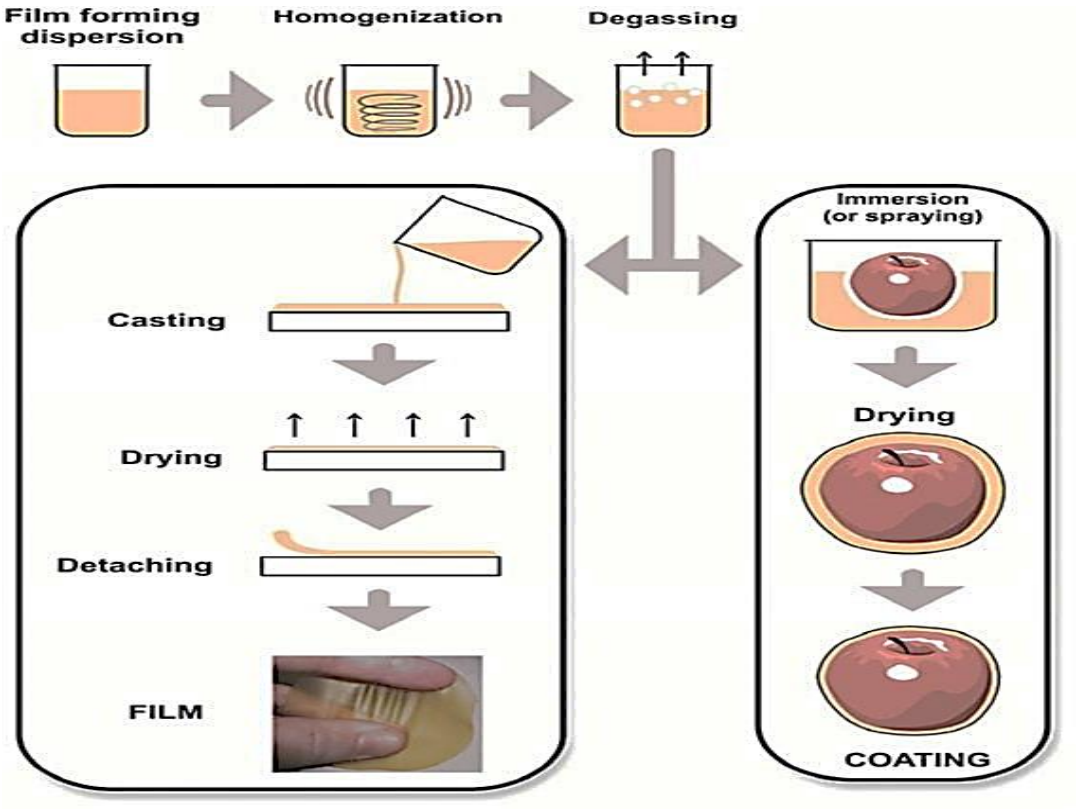
۲- تعاریف

۲-۱- فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی

فیلم‌های خوراکی لایه نازکی از مواد طبیعی هستند که سطح مواد غذایی را در برمی‌گیرند و به‌صورت محافظ عمل کرده و از بروز تغییرات نامطلوب در بافت، طعم، رنگ و خواص ظاهری مواد غذایی جلوگیری می‌کنند [۸]. پوشش‌ها و فیلم‌های خوراکی عبارت‌اند از بافت‌های پیوسته‌ای که برای تغییر خصوصیات سطحی مواد غذایی از پروتئین‌ها، پلی‌ساکاریدها و یا لیپیدها ساخته می‌شوند. اگرچه، اصطلاحات فیلم و پوشش به‌جای یکدیگر استفاده می‌شوند ولی باید توجه کرد که فیلم‌ها به‌صورت آزاد و پیش‌ساخته می‌باشند. درحالی‌که پوشش‌ها مستقیماً بر روی مواد غذایی تشکیل می‌شوند. پروتئین‌های مصرفی در فیلم‌های خوراکی عبارت‌اند از گلوتن گندم، کلاژن، زئین ذرت، کازئین، پروتئین آب پنیر، نشاسته، کیتوزان، پکتین، آلژینات و مشتقات سلولزی که معمولاً در فیلم‌های پلی‌ساکاریدی استفاده می‌شوند و لیپیدهای مناسب برای استفاده در فیلم‌ها و پوشش‌ها شامل موم‌ها، آسیل گلیسرول و اسیدهای چرب می‌باشند [۹].

فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی را می‌توان به‌عنوان لایه‌های نازک از مواد خوراکی طبیعی که قابلیت خوردن توسط مصرف‌کننده را دارند و همچنین می‌توانند مانعی در برابر رطوبت، اکسیژن و تبادل ترکیب بین ماده و محیط پیرامون آن شوند تعریف کرد. از فیلم‌های خوراکی می‌توان به‌عنوان حامل مواد فعال، ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و افزودنی‌ها با هدف آزادسازی کنترل‌شده نیز استفاده کرد [۱۰]. فیلم‌های خوراکی لایه‌های نازک از پیش‌ساخته و خشک‌شده‌ای هستند که معمولاً بین ۵۰ تا ۲۵۰ میکرومتر ضخامت دارند که می‌توان در بسته‌بندی مواد غذایی به کار گرفت. درحالی‌که پوشش‌های خوراکی حتی اگر به‌صورت لایه‌های نازک خوراکی تعریف شوند، به‌عنوان مایعی با گرانروی متفاوت بر سطح یا بین لایه‌های محصول با پاشیدن، غوطه‌وری یا با استفاده از برس اعمال می‌شوند. پوشش‌ها بعد از اعمال بر روی محصول باید خشک شوند تا عملکردهای موردنظر را نشان دهند [۱۱].

فرآوری مواد غذایی به دلیل ضعف در مدیریت پس‌مانده‌ای حاصل از جریان‌های جانبی به دلیل عدم بهره‌گیری از ضایعات حاصل، به یک خطر جدی برای محیط‌زیست تبدیل شده است. محصولات جانبی حاصل از میوه‌ها به دلیل غنی بودن از برخی ترکیبات با ارزش می‌توانند در تولید و توسعه فیلم‌های خوراکی و همچنین افزایش عملکرد بسته‌بندی‌های خوراکی با استفاده از ترکیبات زیست‌فعال به‌دست‌آمده از فرآوری ضایعات بسیار حائز اهمیت باشند که متأسفانه بااین‌وجود توجه شایانی به این موضوع نشده است [۱۲]. این به‌اصطلاح زباله‌های زیستی ممکن است حاوی پلیمرهای زیستی و سایر ترکیبات مانند پروتئین‌ها، پلی ساکاریدها، لیپیدها، رنگدانه‌ها، ریزمغذی‌ها و ترکیبات معدنی، با ارزش غذایی بالا و خاصیت زیستی فعال باشند که می‌توانند در توسعه بسته‌بندی مواد غذایی بسیار مهم و حائز اهمیت باشند. طراحی فرمولاسیون فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی مبتنی بر پلیمرهای زیستی و ترکیبات فعال استخراج‌شده از زباله‌های زیستی فرصت خوبی جهت کاهش استفاده از پلیمرهای مبتنی بر پلاستیک را ایجاد کرده است [۱۳].



شکل (۱). نمایش طرح‌واره تولید فیلم و پوشش [۵]

۳- اجزا و ساختار بسته‌بندی‌های خوراکی

بسته‌بندی‌های خوراکی حداقل از دو جزء تشکیل می‌شوند، جزء اول ماتریس مبتنی بر یک پلیمر زیستی که قادر به تشکیل یک ساختار منسجم باشد. و یک حلال که معمولاً آب است. پلیمرهای زیستی استخراج‌شده از زیست‌توده‌ها می‌توانند شامل پلی ساکاریدها، پروتئین‌ها و لیپیدها باشند [۱۴].

بسته‌بندی‌های خوراکی را می‌توان بر اساس نوع پلیمرهای زیستی به سه دسته زیر تقسیم‌بندی کرد:

الف) هیدروکلوئیدها

هیدروکلوئیدها اغلب پلیمرهای آب‌دوست با منشأ گیاهی، حیوانی، میکروبی می‌باشد. که عموماً حاوی بسیاری از گروه‌های هیدروکسیل(پلی ساکارید) هستند که ممکن است پلی الکترولیت باشند. پلی ساکاریدها به‌صورت تجاری برای استفاده در صنایع غذایی و غیر غذایی به‌عنوان تثبیت‌کننده، غلیظ کننده و ژل کننده در دسترس می‌باشند [۱۵].

ب) لیپیدها

لیپیدها ترکیبات لیپیدی هستند که به‌عنوان پلیمرهای خوراکی مورداستفاده قرار می‌گیرند. اصلی‌ترین کاربرد ترکیبات لیپیدی به قطبیت نسبتاً کم ساختار و آب‌گریز بودن آن‌ها ارتباط دارد که می‌تواند به‌عنوان سدی محکم در برابر نفوذ رطوبت عمل کند. فیلم‌های مبتنی بر لیپید، اغلب بر روی یک ماتریس پلیمری(معمولاً یک پلی ساکارید) جهت حفظ استحکام مکانیکی قرار می‌گیرند [۱۶].

ج) کامپوزیت‌ها

فیلم‌ها یا پوشش‌های خوراکی ممکن است دارای طبیعتی متفاوت بوده باشند یا به‌عبارتی‌دیگر ترکیبی از پروتئین‌ها، پلی ساکاریدها یا لیپیدها تشکیل شده باشند. ترکیب بین پلیمرها برای تشکیل فیلم می‌تواند از پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و لیپیدها، کربوهیدرات‌ها و لیپیدها و یا پلیمرهای مصنوعی و پلیمرهای طبیعی باشد. هدف اصلی از تولید پلیمر کامپوزیت، بهبود نفوذپذیری یا خواص مکانیکی بر اساس نیاز به کاربرد خاص است [۱۷].

۴- مواد تشکیل‌دهنده فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی

پلی ساکاریدها: پلی ساکاریدها شامل نشاسته، دکسترین، پکتین، آلژینات، کیتوزان، اشکال مختلف سلولز از قبیل کربوکسی متیل سلولز و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و صمغ‌های میکروبی مثل دکستران، پولولان و کاردلان می‌باشند [۱۸].

پروتئین‌ها: به‌طورکلی پروتئین‌ها در دو دسته گیاهی و حیوانی طبقه‌بندی می‌شوند. پروتئین‌های حیوانی شامل کازئین، کلاژن، ژلاتین، آلبومین، پروتئین آب پنیر می‌باشند. پروتئین‌های گیاهی نیز شامل ایزوله پروتئین سویا، گلوتن گندم، زئین ذرت و غیره می‌باشند [۱۹].

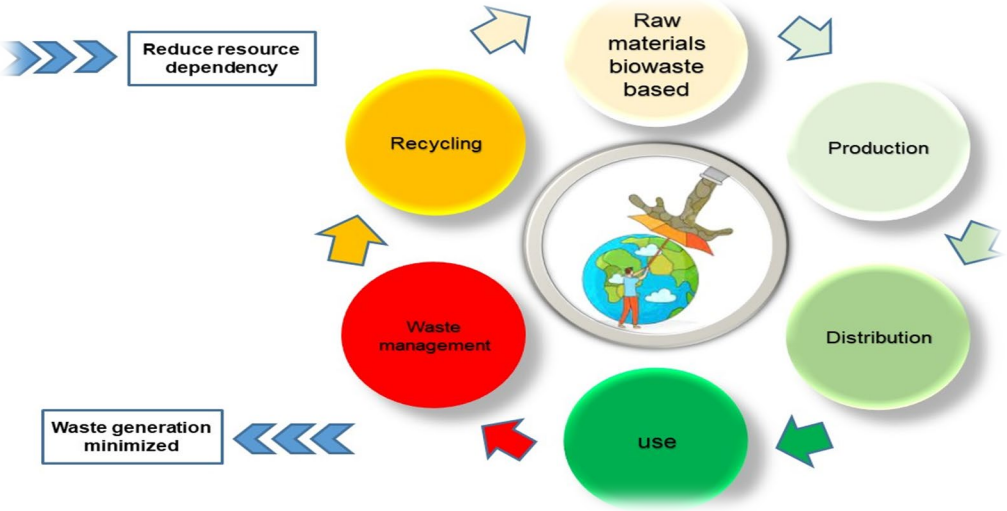
لیپیدها: لیپیدها شامل واکس‌ها، روغن پالم و کلزا، اسیدهای چرب مونو، دی و تری گلیسیریدها می‌باشند [۲۰].

۵- فرآوری ضایعات و محصولات جانبی برای تولید فیلم‌های خوراکی

هرساله حجم زیادی از باقیمانده‌های جامد با عنوان زباله‌های زیستی در صنعت غذا تولیدشده و اغلب بدون استفاده رهاسازی می‌شوند. این به‌اصطلاح زباله‌های زیستی ممکن است حاوی پلیمرهای زیستی و سایر ترکیبات مانند پروتئین‌ها، پلی ساکاریدها، لیپیدها، رنگدانه‌ها، ریزمغذی‌ها و ترکیبات معدنی، با ارزش غذایی بالا و خاصیت بیولوژیکی فعال باشند که می‌توانند در توسعه بسته‌بندی مواد غذایی بسیار مهم و حائز اهمیت باشند. طراحی فرمولاسیون فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی مبتنی بر پلیمرهای زیستی و ترکیبات فعال استخراج‌شده از زباله‌های زیستی فرصت خوبی جهت کاهش استفاده از پلیمرهای بر پایه پلاستیک را ایجاد کرده است [۲۱]. همان‌طور که اشاره شد باقیمانده یا ضایعات حاصل از فرآوری صنعت غذا مثلاً میوه‌ها و سبزی‌ها منبع غنی از مواد مغذی، ترکیبات زیست فعال، همچنین پلیمرهای زیستی اولیه مانند پلی ساکاریدها و الیاف‌های غذایی می‌باشند. بخش‌های پوست، تفاله و دانه حاصل از میوه‌ها فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری نسبت به پالپ میوه‌ها نشان داده است، که از این موضوع می‌توان در تولید فیلم‌های خوراکی حاوی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی گرفته‌شده از پوست و ضایعات میوه‌ها استفاده کرد. ازآنجایی‌که بقایای گیاهی یک منبع عالی و غنی از مواد مغذی هستند از گذشته در توسعه محصولات غذایی کاربردی مورداستفاده قرار گرفته‌اند [۲۲].

اخیراً پلیمرهای زیستی مبتنی بر ضایعات و محصولات جانبی صنایع غذایی به دلیل اینکه ظرفیت بالایی را در تشکیل فیلم‌های خوراکی از خود به نمایش گذاشته‌اند بسیار موردتوجه و تحقیق قرار گرفته‌اند. در میان آن‌ها ضایعات حاصل از میوه‌ها و سبزی‌ها که اغلب به‌صورت خشک و پودر درمی‌آیند پتانسیل بسیار بالایی را جهت کاربرد به‌عنوان اجزاء تشکیل‌دهنده فیلم از خود نشان داده‌اند. علاوه بر این، موضوع هزینه پردازش، انرژی و فرآوری ضایعات حاصل از میوه‌ها و سبزی‌ها به دلیل عدم به‌کارگیری فناوری‌های جدید بالا نیست که استفاده از این ترکیبات را مقرون‌به‌صرفه می‌کند [۲۳].

در سالیان اخیر استفاده از ضایعات میوه‌ها و سبزی‌ها در تولید فیلم‌های خوراکی موضوع تحقیق بسیاری از تحقیقات بوده است.



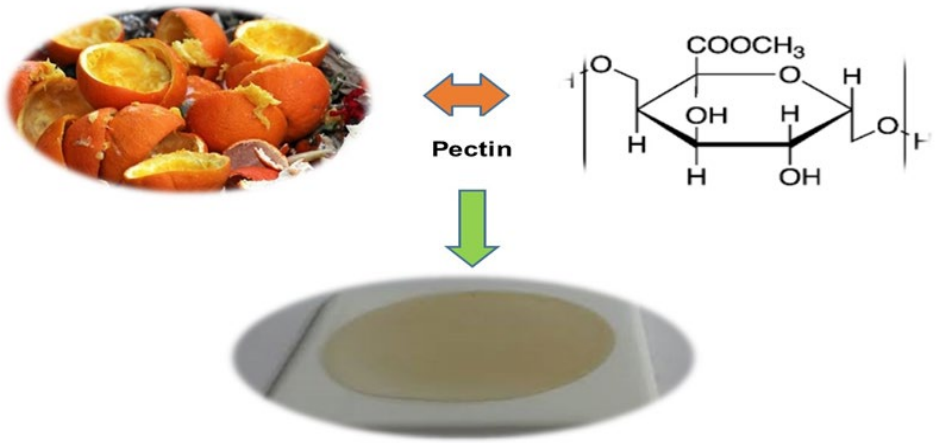
شکل (۲). چرخه مدیریت و فرآوری ضایعات صنایع غذایی [۲۴]

در میان تحقیقات انجام گرفته از پلیمرهای زیستی مختلفی به‌منظور تولید ساختارهای پیوسته فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی مورداستفاده قرار گرفته‌اند. از میان آن‌ها رایج‌ترین گروه مورداستفاده در تولید فیلم‌ها و پوشش‌ها شامل هیدروکلوئیدها، پروتئین‌ها و پلی ساکاریدها بودند. این ترکیبات را می‌توان از منابعی مانند گیاهان، حیوانات و میکروارگانیسم‌ها به دست آورد [۲۵]. برای مدت طولانی پلیمرهای زیستی بیشتر به‌عنوان فیلم یا پوشش یک جزئی استفاده می‌شدند و این تمایل هنوز هم وجود دارد. اخیراً تحقیقات گسترده‌ای جهت ایجاد فیلم‌های خوراکی دو یا چند جزئی که خواص عملکردی بهبودیافته‌ای ارائه می‌دهد انجام گرفته است. در این خصوص فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی کامپوزیتی را از ترکیب دو یا چند نوع ماده تشکیل‌دهنده فیلم تهیه می‌کنند تا ساختارهایی با خواص مکانیکی، فیزیکی و بازدارندگی موردقبول و اصلاح‌شده‌ای را ایجاد کنند که بهتر از فیلم‌های یک جزئی عمل می‌کنند [۲۶].

بنابراین، در فرمولاسیون تشکیل فیلم می‌توان از مواد مختلفی مانند نرم‌کننده‌ها، عوامل اتصال‌دهنده عرضی،امولسیفایرها و تقویت‌کننده‌ها جهت بهبود یا اصلاح عملکرد اساسی مورداستفاده قرار می‌گیرند. علاوه بر این، ترکیبات فعال مختلفی مانند ضدمیکروب‌ها، آنتی‌اکسیدان‌ها، عوامل رنگی، طعم‌دهنده‌ها و مواد مغذی را به‌منظور بهبود کیفیت، ایمنی و پایداری غذاهای بسته‌بندی‌شده می‌توان در محلول تشکیل فیلم جای داد [۲۷].

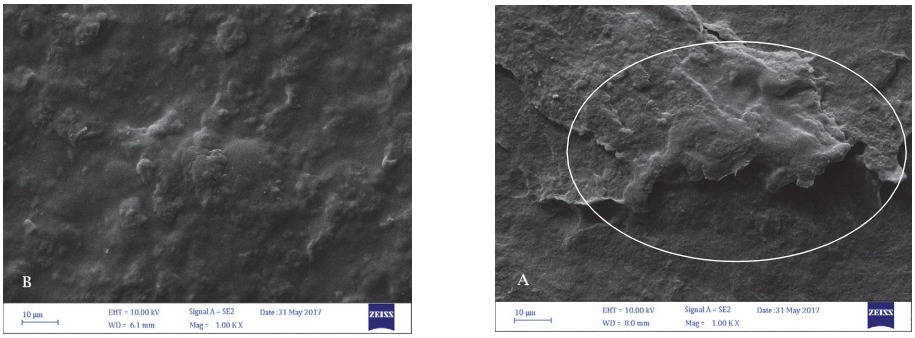
۶- تولید فیلم از محصولات جانبی حاصل از فرآوری میوه‌ها و گیاهان

مرکبات به دلیل تولید و مصرف بالایی که دارند به‌تبع ضایعات فراوانی هم تولید می‌کنند. عدم استفاده و رهاسازی این ضایعات مخاطرات زیست‌محیطی زیادی اعم از شوری خاک و ایجاد مضراتی در نشخوارکنندگان را به دنبال دارد. اما با مدیریت و فرآوری این پسماندها می‌توان جلوی این مخاطرات زیستی را گرفت و یک ارزش‌افزوده‌ای را در محصول ایجاد کرد. ضایعات حاصل از مرکبات به‌خصوص پوست و دانه آن‌ها غنی از پلیمرهای ارزشمند و ترکیبات مختلفی است که می‌توان از آن‌ها در صنعت بسته‌بندی و مواد غذایی به نحو کارآمدی بهره جست [۲۸].



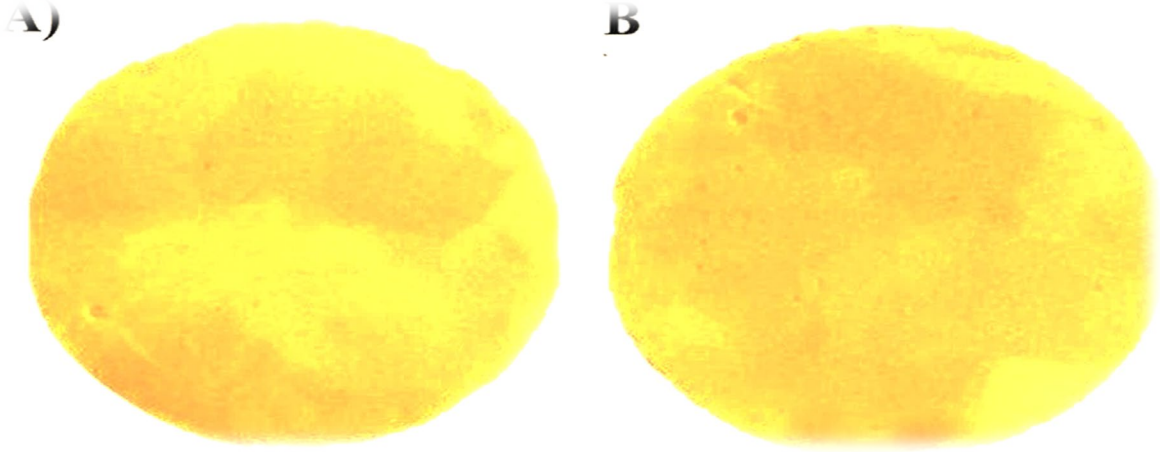
شکل (۳). فیلم خوراکی تولیدشده بر اساس پکتین استخراج‌شده از ضایعات مرکبات [۲۸]

طی تحقیقاتی که توسط ورونیکا باتوری و همکارانش [۲۹] مبنی بر تولید فیلم‌های خوراکی زیست‌تخریب‌پذیر از ضایعات پوست پرتغال انجام گرفت نتایج زیر حاصل شد. در این تحقیق از قابلیت ژل شدن پکتین و قدرت الیاف سلولزی جهت تشکیل فیلم استفاده شده است. در این آزمایش جهت خشک شدن محلول فیلم‌های تشکیل شده از دو دستگاه مختلف انکوباتور شیکر دار و آون آزمایشگاهی استفاده شد بعد از بررسی فیلم‌های خشک‌شده نتایج چنین گزارش شده است که تصاویر میکروسکوپ الکترونی مورفولوژی صاف‌تری را در فیلم‌های خشک‌شده در انکوباتور شیکر دار نشان می‌دهد. همچنین استحکام کششی فیلم خشک‌شده در انکوباتور شیکر دار و آون آزمایشگاهی به ترتیب ۲±۳۴ و ۴ ±۳۱ گزارش شده است. همچنین فیلم‌های حاصل در این بررسی ظاهر مات با رنگ مایل به زرد بوده و زیست‌تخریب‌پذیر بودن فیلم‌ها در شرایط بی‌هوازی ثابت شده است[۲۹].

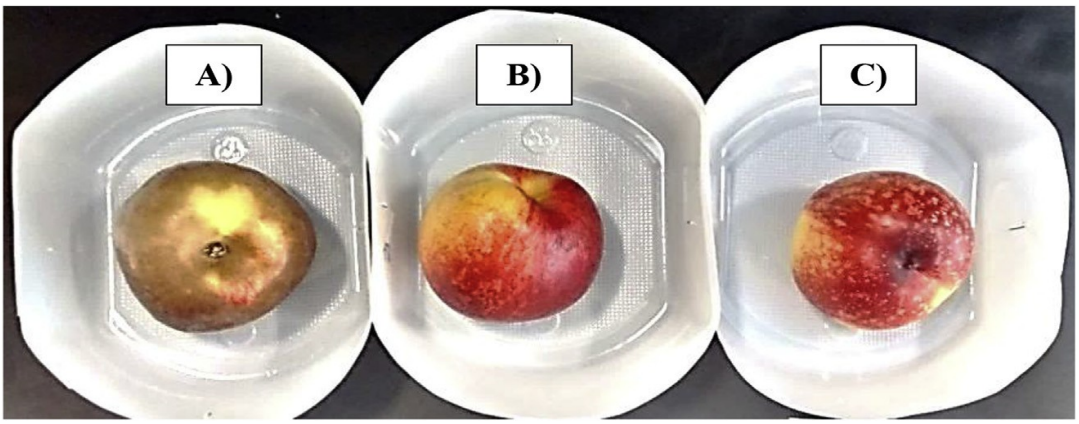


شکل (۴). تصویر FE.SEM از سطح فیلم خشک‌شده در آون آزمایشگاهی (سمت راست) انکوباتور شیکر دار (سمت چپ)

طی بررسی دیگری که کریستین تورس لئون و همکارانش [۳۰] مبنی بر ارزیابی پوشش خوراکی تولید شده از پوست، دانه و ضایعات میوه انبه بر ماندگاری هلو انجام داده‌اند نتایج زیر حاصل شده است. فیلم‌های خوراکی فرموله شده از پوست انبه خواص ممانعتی خوب و نفوذپذیری بخار آب $g\ m^{-1}\ s^{-1}\ Pa^{-1}$ ۱۰ - ۱۰ * ۱-۱۰-۱۰×۰/۸۸را نشان داد. هلوهای پوشش داده شده با محلولی از پوست انبه(۱/۰۹درصد)، عصاره آنتی‌اکسیدانی هسته دانه انبه(۰/۰۷۸گرم در لیتر) و گلیسرول(۰/۳۳درصد) به ترتیب ۶۴ درصد و ۲۹ درصد تولید اتیلن و کربن دی‌اکسید کمتر و ۳۹ درصد مصرف اکسیژن کمتری را در مقایسه با هلوهای پوشش داده نشده نشان داد. در این بررسی کاهش انتقال گاز باعث افزایش بیشتر ماندگاری میوه‌های مورد تیمار شد؛ بنابراین، ممکن است محصولات جانبی انبه جهت تولید بسته‌بندی‌های زیست‌تخریب‌پذیر و فعال ارزان‌قیمت که صرفه اقتصادی هم داشته باشند مناسب باشد [۳۰].



تصویر (۵). فیلم‌های خوراکی مبتنی بر محصولات جانبی انبه: A فیلم مبتنی بر پوست انبه، B فیلم مبتنی بر پوست همراه عصاره آنتی‌اکسیدانی هسته انبه [۳۰]



تصویر (۶). A نمونه کنترل میوه هلو بدون پوشش، B نمونه پوشش داده شده با فیلم حاصل از پوست و عصاره هسته انبه، C نمونه پوشش داده شده با فیلم حاصل از پوست انبه بعد از ۸ روز نگهداری تیمارها (در دمای ۲۰درجه و رطوبت نسبی ۸۰ درصد) [۳۰]

در بررسی دیگری که لالنونتاری و همکارانش [۳۱] مبنی بر بهینه‌سازی روش استخراج پکتین از محصولات جانبی فرآوری کدوتنبل و استفاده از آن در صنعت بسته‌بندی و تولید فیلم‌های خوراکی انجام دادند نتایج زیر به دست آمده است. در این مطالعه فیلم‌های خوراکی از ترکیب پروتئین و پکتین در سه سطح در نسبت‌های ۰:۱،۱:۱،۱:۰ و با روش استاندارد ریخته‌گری شدند. فیلم‌های حاصل از نظر خواص فیزیکی و سدی موردبررسی و ارزیابی قرار گرفتند که نتایج در محدوده قابل قبولی گزارش شده است. مقاومت کششی در محدوده ۲/۰۴-۵/۲۸ مگا پاسگال، ازدیاد طول فیلم ۱۳/۱۳-۱۴/۳۷ درصد و نفوذپذیری بخار آب g/Pa m h ۶-۱۰×۶/۲۴-۶-۱۰×۳/۲۴ گزارش شده است [۳۱].

طی تحقیقی که هجون وو و همکارانش [۳۲] با عنوان تهیه فیلم‌های بسته‌بندی خوراکی زیست‌فعال با استفاده از پودر پوست پوملو (گریپ‌فروت چینی) حاوی ترکیبات پلی فنل چای انجام دادند نتایج زیر گزارش شده است. در این بررسی فیلم خوراکی با افزودن درصدهای مختلفی از پلی فنل چای (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰) در آرد پوست پوملو جهت اصلاح خواص عملکردی فیلم ساخته شد. فیلم‌های مبتنی بر پودر پوست پوملو با طیف‌سنجی تبدیل فوریه، میکروسکوپ الکترونی روبشی، تعیین خواص فیزیکی، نوری مکانیکی، آنتی‌اکسیدانی، ضدمیکروبی موردبررسی قرار گرفتند. بررسی‌ها نشان داد اختلاط پلی فنل چای در فیلم فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی فیلم‌ها را بهبود بخشید، درحالی‌که باعث کاهش عبور، رطوبت و افزایش طول هنگام شکست فیلم شد. افزودن پلی فنل چای در سطح بهینه (۱۰ درصد) منجر به برهم‌کنش‌های بین‌مولکولی قوی‌تر و فشرده‌تر شد همچنین خواص مانع آب و استحکام کششی لایه‌ها را افزایش داد. این نتایج نشان داد که پوست پوملو یک بستر خوب جهت تشکیل فیلم می‌باشد و پلی فنل چای پتانسیل خوبی جهت ترکیب شدن با پوست پوملو جهت تولید فیلم‌های خوراکی زیست‌فعال در صنعت بسته‌بندی و صنایع غذایی دارد [۳۲].

در بررسی دیگری کهکشیرود داش و همکارانش [۳۳] مبنی بر ارزیابی و بررسی نشاسته حاصل از سیب‌زمینی شیرین و فیلم‌های خوراکی مبتنی بر پکتین ضایعات لیمو در ترکیب با نانو تیتانیوم اکسید (**TiO2**) جهت استفاده در صنعت بسته‌بندی انجام دادند نتایج زیر گزارش شده است.

در این آزمایش فیلم‌های خوراکی ترکیبی نشاسته سیب‌زمینی، پکتین به همراه نانو ذرات تیتانیوم اکسید به روش ریخته‌گری محلول فیلم‌ساز ایجادشده تولید شد. در این آزمایش اثر وجود نانو ذرات تیتانیوم اکسید در سطوح (۰/۵-۴ درصد) موردبررسی قرار گرفت. اندازه‌گیری رنگ سطح، انتقال نور، میکروسکوپ الکترونی روبشی، طیف‌سنجی فروسرخ تبدیل فوریه، پراش اشعه ایکس، کالری‌سنجی روبشی تفاضلی و تکنیک‌های آنالیز گرما وزنی برای توصیف فیلم‌های توسعه‌یافته استفاده شد. نتایج بررسی‌ها نشان داد که افزایش سطح نانو ذرات تیتانیوم اکسید منجر به کاهش قابل‌توجهی در میزان رطوبت، حلالیت و جذب رطوبت فیلم تولیدی شد. همچنین افزودن کمتر نانو ذرات تیتانیوم اکسید به کامپوزیت نشاسته-پکتین باعث بهبود خواص مکانیکی و سدی رطوبتی خواهد شد. همچنین بررسی‌هایی که از نتایج حاصل از میکروسکوپ الکترونی روبشی به دست آمد پراکندگی خوب نانو ذرات تیتانیوم زمانی به دست می‌آید که محتوی نانو ذرات بین ۰/۵ تا ۲ درصد استفاده شود. دمای انتقال شیشه‌ای (Tg) با افزایش غلظت نانو ذرات تیتانیوم به دماهای بالاتر منتقل یافت و همچنین پایداری حرارتی فیلم‌ها افزایش پیدا کرد [۳۳].

اوتالورا گونزالس و همکارانش [۳۴] بررسی در رابطه با ایجاد فیلم‌های خوراکی زیست‌تخریب‌پذیر بر پایه پکتین و محصولات جانبی حاصل از فرآوری چغندر و کلم قرمز به‌عنوان پرکننده انجام دادند. در این بررسی پودر کلم قرمز و پودر چغندر به‌عنوان پرکننده در تولید فیلم‌های خوراکی استفاده شد. خواص فیزیکو شیمیایی، مکانیکی، حرارتی و ثبات رنگ فیلم‌های تولید شده در طول ۳۰ روز نگهداری (در دمای بین ۵-۴۵ درجه سانتی‌گراد و در محیط فاقد نور) مورد ارزیابی قرار گرفت. رطوبت و تنش در هنگام شکست با وجود پرکننده‌ها کاهش و شدت رنگ و آب‌گریزی افزایش پیدا کرد. بررسی نتایج حاصل از آنالیز طیف‌سنجی فروسرخ تبدیل فوریه سازگاری خوبی بین ماتریس و پرکننده‌ها در کامپوزیت تولید شده وجود داشت [۳۴].

جدول (۱). کاربرد فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی بر پایه پوست میوه‌ها و سبزی‌ها

منبع	اثرات مفید گزارش شده	اعمال‌شده بر روی	ماتریکس	نام علمی	میوه/سبزی
[۳۵]	افزایش مقدار پراکسید به میزان ۳٫۶۰-۴٫۸۰ (mL.eq./kg fat) و کاهش رشد میکروبی در طول یک هفته نگهداری در یخچال	کیک	ژلاتین	*Citrus sinensis*	پرتقال
[۳۶]	ترکیب فیلم کیتوزان با غلظت ۲ درصد اسانس پوست پرتقال در افزایش ماندگاری میگوی تازه تا ۱۵ روز مؤثر بود.	میگو	کیتوزان	*Citrus sinensis (L.)Osbeck*	پرتقال
[۳۷]	پوشش ژلاتین همراه با اسانس پوست پرتقال کیفیت میگو را در طول نگهداری در یخچال حفظ می‌کند و ماندگاری آن را حدود ۶ روز افزایش می‌دهد.	میگو	ژلاتین	*Citrus sinensis (L.)Osbeck*	پرتقال
[۳۸]	فیلم‌های غنی‌شده با پوست انار نیز محتوای فنلی کل بالاتری را نشان دادند. فعالیت آنتی‌اکسیدانی، ظرفیت ضد باکتریایی در مقایسه با فیلم پروتئین ماش شاهد. این فیلم‌ها کاربرد خود را در صنایع غذایی برای توسعه فیلم‌های خوراکی زیستی کاربردی که برای بسته‌بندی محصولات غذایی در نظر گرفته شده است.	-	پروتئین ماش	*Punica granatum*	انار
[۳۹]	مهار کامل اکسیداسیون لیپیدها و سرکوب مؤثر رشد میکروب‌ها در گوشت گاو خام. هیچ تأثیری بر ویژگی‌های حسی گوشت گاو خام و پخته نیست	گوشت تازه چرخ کرده	کربوکسی متیل سلولز	*Malus domestica*	سیب
[۴۰]	هنگامی‌که نمونه‌ها با فیلم حاوی روغن پونه کوهی مبتنی بر ضایعات پردازش سیب‌زمینی (PPW-OO) پوشانده شدند، جمعیت لیستریا تا پایان ذخیره‌سازی از ۶٫۷ به ۴٫۷ log CFU/g کاهش یافت. ادغام روغن در لایه‌ها باعث کاهش استحکام فیلم و افزایش نفوذپذیری بخار آب آن‌ها می‌شود. فیلم PPW-OO رشد لیستریا مونوسیتوژنز را در ماهی قزل‌آلا سرد دودی در طول نگهداری(۴°C به مدت ۲۸ رو) در شرایط خلأ کاهش داد.	ماهی قزل‌آلای دودی	اسانس پونه کوهی (OEO)	*Solanum tuberosum*	سیب‌زمینی
[۴۱]	فیلم‌هایی با بیشترین میزان پوست (۵۰ درصد وزنی) استحکام مکانیکی مشابه فیلم چسبنده PVC (۹ در مقابل ۵ مگاپاسکال) را نشان دادند. ویژگی زیست‌تخریب‌پذیر و تجدیدپذیر فیلم‌های YPF پس از قرار گرفتن در معرض اشریشیا کلی، استافیلوکوکوس اورئوس، و برادیریزوبیوم دیازوافیسینس، یک باکتری همزیست تثبیت‌کننده نیتروژن، نشان داده شد.	-	پکتین	*Passiflora edulis*	پشن فروت زرد
[۴۲]	اسانس پوست لیمو با غلظت ۰٫۶ درصد به‌عنوان یک عامل ضدمیکروبی در برابر اشریشیا کلی و باسیلوس اسپ. از طرفی ۱٪ اسانس پوست لیمو نیز بهترین غلظت برای مهار قارچ Rhizopus Stolonifer و Botrytis sp در نظر گرفته می‌شود. اسانس پوست لیمو که بیشترین فعالیت ضدمیکروبی را دارد با دو نوع مختلف پوشش خوراکی (نشاسته کاساوا و آلژینات سدیم) ترکیب شد و در توفو و توت‌فرنگی استفاده شد تا مشخص شود آیا امکان کاهش سرعت تجزیه توفو و توت‌فرنگی وجود دارد یا خیر. افزودن ۰٫۶٪ و ۱٪ اسانس پوست لیمو با هر یک از عوامل پوشش‌دهنده خوراکی توانست به‌طور قابل‌توجهی تخریب توفو و توت‌فرنگی تازه را کاهش دهد.	توفو و توت‌فرنگی تازه	نشاسته کاساوا و آلژینات سدیم	*Citrus limon*	لیمو
[۴۳]	تغییرات pH و اسیدیته قابل تیتراسیون در نمونه‌های پوشش داده شده حاوی میکرواملسیون و نانوامولسیون به‌طور قابل‌توجهی بیشتر از شاهد و برش‌های پوشش داده شده با پکتین بود. اثرات ضد باکتریایی و ضد قارچی بالاتری در نمونه‌های پوشش داده شده با نانوامولسیون مشاهده شد. در ارزیابی حسی، تفاوت معنی‌داری در نمونه‌های پوشش داده شده با میکرواملسیون و نانوامولسیون مشاهده نشد. نتایج نشان داد که پوشش‌های خوراکی مبتنی بر نانوامولسیون حاوی OPEO می‌توانند ماندگاری برش‌های پرتقال را بدون هیچ‌گونه تأثیر نامطلوبی بر ویژگی‌های حسی افزایش دهند.	تکه تازه پرتقال	پوشش پکتین	*Citrus sinensis*	پرتقال

۷- نتیجه‌گیری

توسعه فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی زیست‌تخریب‌پذیر در سالیان اخیر رشد چشمگیری داشته است ازاین‌رو، انتظار می‌رود در آینده تأثیر مهم و به‌سزایی در صنعت بسته‌بندی و حفظ کیفیت محصولات غذایی داشته باشد. این پیشرفت به افزایش دانش فیلم‌های خوراکی و فناوری پوشش‌های خوراکی و همچنین به پیشرفت در علم مواد و فناوری پردازش بستگی خواهد داشت. پوشش‌ها و بسته‌بندی‌های خوراکی می‌تواند باعث کاهش بسته‌بندی‌های مصنوعی و مضرات آن شده و به‌عنوان یک بسته‌بندی زیست‌تخریب‌پذیر سازگار با محیط‌زیست یا یک پوشش محافظ روی سطح مواد غذایی ایفای نقش کند.

۸- مراجع

[1] S. Dodangeh, S. Amiri, & L. Rezazad Bari, "A Review of Different Types of Active Packages, Mechanism and their Application in Food Industry," Journal of Packaging Science and Technology, vol 11, p.80-90. 2021.

[2] R. Suhag, N. Kumar, A. T. Petkoska, & A. Upadhyay, "Film formation and deposition methods of edible coating on food products: A review," Food Research International, vol. 136, p. 109582, 2020.

[3] J. H. Han, "Edible films and coatings: a review. Innovations in food packaging,"innovations in food packaging, Elsevier, 213-255.

[4] Z. Sadeghnezhad, S. Amiri, , M. Rezazadeh-Bari, & H. Almasi,"Physical and morphological characteristics of edible composite film of sodium caseinate/pectin/zedo gum containing poulk (Stachys schtschegleevii) extract: optimizing bioactivity and physicochemical properties," Journal of Packaging Technology and Research, 4(2), 187-203, 2020.

[5] C. G. Otoni, R. J. Avena-Bustillos, H. M. Azeredo, M. V. Lorevice, M. R.Moura, L. H. Mattoso, & T. H. McHugh,"Recent advances on edible films based on fruits and vegetables—a review," Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 16(5), 1151-1169, 2017.

[6] T. H. McHugh, C. C. Huxsoll, & J. M. Krochta, "Permeability properties of fruit puree edible films," Journal of food science, 61(1), 88-91, 1996.

[7] U. Choudhary, B. K.Bhinchhar, V. K.Paswan, S. Kharkwal, S. P. Yadav, & P. Singh, "Utilization of Agro-Industrial Wastes as Edible Coating and Films for Food Packaging Materials," a glance at food procrssing applications," 1-19, 2021.

[8] S. Amiri, L. Rezazad Bari, S. Malekzadeh, S. Amiri, P. Mostashari, & P. Ahmadi Gheshlagh, "Effect of Aloe vera gel-based active coating incorporated with catechin nanoemulsion and calcium chloride on postharvest quality of fresh strawberry fruit," Journal of Food Processing and Preservation,vol. 44, e.15960 , 2021.

[9] S. Paidari, N. Zamindar, R. Tahergorabi, M. Kargar, S. Ezzati, & S. H.Musavi, "Edible coating and films as promising packaging: a mini review,"Journal of Food Measurement and Characterization, 15(5), 4205-4214, 2021.

[10] S. Ghasemizad, S. Pirsa, S. Amiri, & P. Abdosatari, "Optimization and Characterization of Bioactive Biocomposite Film Based on Orange Peel Incorporated With Gum Arabic Reinforced by Cr2O3 Nanoparticles," Journal of Polymers and the Environment, 30(6), 1-14, 2022.

[11] P. Saeed, Z. Nafiseh, T. Reza, K. Maryam, E.Shima, & S. H. Musavi, "Edible coating and films as promising packaging: a mini review," Journal of Food Measurement & Characterization, 15(5), 4205-4214, 2021.

[12] A. U. Seral, I. B. Obot, S. A.Umoren, V.Mkpenie, & J. E. Asuquo, "Production of cellulosic polymers from agricultural wastes," E-Journal of Chemistry, 5(1), 81-85, (2008).

[13] F. Salehi, "Edible coating of fruits and vegetables using natural gums: A review," International Journal of Fruit Science, 20 (sup 2), S570-S589, 2020.

[14] B. Yousuf, O. S. Qadri, & A. K. Srivastava, "Recent developments in shelf-life extension of fresh-cut fruits and vegetables by application of different edible coatings: A review," Lwt, 89, 198-209, 2018.

[15] S. C. Shit & P. M. Shah, "Edible polymers: challenges and opportunities," Journal of Polymers, 1-13, 2014.

[16] S. K. Bharti, V. Pathak, T. Alam, , A. Arya, G. Basak, & M. G. Awasthi, "Materiality of edible film packaging in muscle foods: A worthwhile conception," Journal of Packaging Technology and Research, 4(1), 117-132, 2020.

[17] S. A.Mohamed, M. El-Sakhawy, & M. A. M. El-Sakhawy, "Polysaccharides, protein and lipid-based natural edible films in food packaging: A review," Carbohydrate Polymers, 238, 116178, 2020.

[18] Y. Shiku, P. Y. Hamaguchi, & M. Tanaka, "Effect of pH on the preparation of edible films based on fish myofibrillar proteins," Fisheries science, 69(5), 1026-1032, 2003.

[19] V. Morillon, F. Debeaufort, G. Blond, M. Capelle, , & A. Voilley, "Factors affecting the moisture permeability of lipid-based edible films: a review," Critical reviews in food science and nutrition, 42(1), 67-89, 2002.

[20] T. Senturk Parreidt, K. Müller, & M. Schmid, "Alginate-based edible films and coatings for food packaging applications," Foods, 7(10), 170-208,2018.

[21] J. E. Amróz, P. Kulawik, & P. Kopel, "The effect of nanofillers on the functional properties of

biopolymer-based films: A review," Polymers, 11(4), 675-717, 2019.

[22] R M. S. A.oberta, S. L. F.Mariana, & C. B. A. G. Édira, "Functional capacity of flour obtained from residues of fruit and vegetables," International Food Research Journal, 21(4), 1675-1682, 2014.

[23] R. M. Andrade, M. S. Ferreira, & É. C. Gonçalves, "Development and characterization of edible films based on fruit and vegetable residues," Journal of Food Science, 81(2), E412-E418, 2016.

[24] I. Hamed, A. N. Jakobsen,& J. Lerfall, "Sustainable edible packaging systems based on active compounds from food processing byproducts: A review," Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 21(1), 198-226, 2022.

[25] S. Amiri, & M. Rajabi, "An overview of the application of natural antimicrobial compounds from plant, animal and microbial origin in foods," Journal of food science and technology (Iran), 18(119), 143-156, 2022.

[26] Y. Wu, C. L. Weller, F. Hamouz, S. L. Cuppett, & M. Schnepf, "Development and application of multicomponent edible coatings and films: A review," Advances in food and nutrition research, vol44, 347-394, 2002.

[27] A. Cagri, Z. Ustunol, & E. T. Ryser, "Antimicrobial edible films and coatings," Journal of food protection, 67(4), 833-848, 2004.

[28] C. Maraveas, "Production of sustainable and biodegradable polymers from agricultural waste," Polymers, 12(5), 1127-1149, 2020.

[29] V. Bátori, M. Jabbari, D. Åkesson, P. R Lennartsson, M. J. Taherzadeh, & A. Zamani, "Production of pectin-cellulose biofilms: a new approach for citrus waste recycling," International Journal of Polymer Science, 1-10, 2017.

[30] C. Torres-León, A. A. Vicente, M. L. Flores-López, R. Rojas, L. Serna-Cock, O. B.Alvarez-Pérez, & C. N. Aguilar, "Edible films and coatings based on mango (var. Ataulfo) by-products to improve gas transfer rate of peach," Lwt, 97, 624-631, 2018.

[31] C. Lalnunthari, L. M. Devi, & L. S. Badwaik, "Extraction of protein and pectin from pumpkin industry by-products and their utilization for developing edible film," Journal of Food Science and Technology, 57(5), 1807-1816, 2020.

[32] H. Wu, Y. Lei, R. Zhu, M. Zhao , J. .Lu, D. Xiao, ... & S. Li, "Preparation and characterization of bioactive edible packaging films based on pomelo peel flours incorporating tea polyphenol," Food Hydrocolloids, 90, 41-49, 2019.

[33] K. K. Dash, N. A. Ali, D. Das, & D. Mohanta, "Thorough evaluation of sweet potato starch and lemon-waste pectin based-edible films with nano-titania inclusions for food packaging applications," International journal of biological macromolecules, 139, 449-458, 2019.

[34] C. M. Otálora González, M. D. De'Nobili, A. M. Rojas, M. F. Basanta, & L. N. Gerschenson, "Development of functional pectin edible films with fillers obtained from red cabbage and beetroot" International Journal of Food Science & Technology, 56(8), 3662-3669, 2021.

[35] I.. H. Al-Anbari, A. M. Dakhel, A. Adnan, "The effect of adding local orange peel powder to microbial inhibition and oxidative reaction within edible film component," Plant Arc. 19, 1006-1012, 2019.

[36] Y. Alparslan, & T. Baygar, "Effect of chitosan film coating combined with orange peel essential oil on the shelf life of deepwater pink shrimp," Food and bioprocess technology, 10(5), 842-853, 2017.

[37] Y. Alparslan, C. Metin, H. H. Yapıcı, T.Baygar, A.Günlü, & T.Baygar, "Combined effect of orange peel essential oil and gelatin coating on the quality and shelf life of shrimps," J. Food Saf. Food Qual, 68, 69-78, 2017.

[38] M. Moghadam, M. Salami, M. Mohammadian, M. Khodadadi, & Z. Emam-Djomeh, "Development of antioxidant edible films based on mung bean protein enriched with pomegranate peel," Food Hydrocolloids, 104, 105735, 2020.

[39] S. H. Shin, Y. Chang, M. Lacroix, & J. Han, "Control of microbial growth and lipid oxidation on beef product using an apple peel-based edible coating treatment," LWT, 84, 183-188, 2017.

[40] N. Tammineni, G. Ünlü, & S. C. Min, "Development of antimicrobial potato peel waste-based edible films with oregano essential oil to inhibit L isteria monocytogenes on cold-smoked salmon," International journal of food science & technology, 48(1), 211-214, 2013.

[41] D. R. Munhoz, F. K. Moreira, J. D. Bresolin, M. P. Bernardo, C. P.De Sousa, & L. H. Mattoso, "Sustainable production and in vitro biodegradability of edible films from yellow passion fruit coproducts via continuous casting," ACS sustainable chemistry & engineering, 6(8), 9883-9892, 2018.

[42] D. Rahmawati, M. Chandra, S. Santoso, & M. G. Puteri, "Application of lemon peel essential oil with edible coating agent to prolong shelf life of tofu and strawberry," In AIP Conference Proceedings, Vol. 1803, No. 1, p. 020037, 2017.

[43] M. Radi, S. Akhavan-Darabi, H. R. Akhavan, & S. Amiri, "The use of orange peel essential oil microemulsion and nanoemulsion in pectin-based coating to extend the shelf life of fresh-cut orange,"Journal of Food Processing and Preservation, 42(2), e13441, 2018.

Journal of Packaging Science and Technology

Vol. 13, No. 2, Summer, 2022

A Review of the Fruit and Plant Processing Waste Usage for the Production of Food Films and Coatings in the Packaging Industry

Meysam Rajabi, Saber Amiri*

* Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

(Received: 17/02/2022; Accepted: 03/10/2022)

Abstract

Packaging is involved in achieving safety goals and preventing food waste. Due to the increasing bio environmental warnings, today the focus is on the search for biodegradable and environmentally friendly food films under the title of food films and coatings. As edible coatings and films are natural, environmentally friendly and degradable products, they can be good alternative for the synthetic packaging. In addition, the main advantage of these packages is their use as carriers of food additives such as flavorings, antimicrobials, antioxidants, enzymes and dyes. Also, due to their preventive and inhibitory properties, food coatings and films reduce or inhibit the growth of microorganisms and therefore can maintain the quality of food and thus increase the shelf life of the product. Food processing has become a serious risk and challenge for the environment due to the poor management of waste from lateral flows and due to the non-utilization of waste. The by-products have not yet received enough attention because of their richness in some valuable compounds. This review paper has investigated the edible films and coatings produced from some wastes of the fruits' peels and plants, and their characteristics.

Keywords: Edible films and Coatings, Composites, Fruit Processing Wastes, Bioactive Compounds, Biopolymers

*Corresponding Author E-mail: sa.amiri@urmia.ac.ir