



مروری بر فیلم های خوراکی بر پایه نشاسته

مهسا نورالدینی چمان^{۱*}، محسن اسمعیلی، فروغ محترمی

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

۲- عضو هیات علمی گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۳- عضو هیات علمی گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

خلاصه

فیلم ها و پوشش های خوراکی به علت زیست-کافت بودن و کارایی بالای آن ها به عنوان جایگزین مواد بسته بندی سنتزی مورد استفاده قرار می گیرند. این فیلم ها به صورت پوشش بر روی سطح یا بین ترکیبات ماده غذایی قرار می گیرند. فیلم ها عملکردهای محافظتی مختلفی مانند جلوگیری از اکسیداسیون، جذب و دفع رطوبت و رشد میکروبی بر روی اغلب محصولات غذایی دارند. از بیوپلیمرهای مختلفی برای تهیه فیلم ها استفاده می شود، که در این میان نشاسته به علت خواص فیزیکوشیمیایی مناسب از اهمیت بالایی برخوردار است. نرم کننده ها، پرکننده ها و امولسیفایرها از مواد ضروری در تهیه فیلم های نشاسته ای برای بهبود خواص آن ها می باشند. خواص فیلم ها به شاخص های کیفی مختلفی بستگی دارد. در این مقاله به بررسی خواص فیلم های خوراکی بر پایه نشاسته و نحوه اندازه گیری این خواص پرداخته شده است.

کلمات کلیدی: فیلم خوراکی، پوشش خوراکی، زیست-کافت، نشاسته

۱. مقدمه

افزایش ضایعات غیر زیستی، بازیافت ناپذیر و مواد سنتزی مورد استفاده در بسته بندی مواد غذایی باعث تمرکز محققان در تولید مواد زیست-کافت و مناسب برای بسته بندی شده است [۱]. در این باره فیلم های خوراکی و پوشش های خوراکی، لایه های نازک از مواد خوراکی هستند؛ که نقش مهمی در حفظ، توزیع و بازاریابی مواد غذایی ایفا می کنند [۲]. فیلم های خوراکی، لایه های نازک خوراکی از پیش ساخته شده هستند که می توانند بر روی سطح یا بین ترکیبات ماده غذایی قرار گیرند؛ در حالیکه پوشش های خوراکی لایه های نازک از مواد خوراکی هستند که به عنوان پوشش بر روی سطح ماده غذایی شکل می گیرند [۲]. عملکرد محافظتی فیلم های خوراکی جلوگیری از فرایندهای اکسیداسیون، جذب و دفع رطوبت، آلودگی،

* Corresponding author

Email: Mahsa.noradini@gmail.com



رشد میکروبی و تغییرات حسی است [۲]. بیوپلیمرهایی مانند پلی ساکاریدها، پروتئین‌ها، لیپیدها و مخلوط آن‌ها به علت فراوانی و زیست-کافت بودن منابع جدید بسته‌بندی مواد غذایی هستند [۴].

موادی مانند نشاسته، کاراگینان، آلژینات و آگار پلی ساکاریدهایی هستند که در تهیه فیلم‌های خوراکی مورد استفاده قرار می‌گیرند [۳]. در چند دهه اخیر مطالعاتی بر روی استفاده از انواع مختلف آردها و نشاسته به عنوان مواد خام مناسب برای آماده‌سازی فیلم‌های خوراکی انجام گرفته است. بیوپلیمری مانند نشاسته ماده‌ای مناسب، فراوان، قابل بازیافت و ارزان قیمت برای تولید فیلم‌های خوراکی است و از گیاهانی که در تمام مناطق دمایی رشد می‌کنند، بدست می‌آید [۵]. تاکنون عملیات مختلفی بر روی آرد حاصل از موادی مانند موز، سویا، برنج، گندم، جو، سیب زمینی، چاودار برای تولید فیلم‌های خوراکی انجام شده است [۴ و ۵]. موادی مانند نرم‌کننده‌ها، پرکننده‌ها، امولسیفایرها برای بهبود خواص نشاسته به فیلم‌ها افزوده می‌شوند.

۲. نشاسته

نشاسته پلیمر کربوهیدراتی درشت مولکولی است که از دو بخش ساختمانی شامل آمیلوز خطی و آمیلوپکتین منشعب تشکیل شده است. از دو پلیمر نشاسته، آمیلوز به علت ماهیت خطی توانایی بیشتری در تشکیل فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی دارد [۶]. نسبت آمیلوز به آمیلوپکتین در فیلم‌های بر پایه نشاسته نقش مهمی در خواص فیزیکی و شیمیایی فیلم ایفا می‌کند. این نسبت روی ریزساختار فیلم تاثیر زیادی داشته که در نتیجه آن، ویسکوزیته محلول فیلم بر روی واکنش‌های شبکه‌ای فیلم در طول خشک کردن و ضخامت نهایی آن اثر می‌گذارد [۵].

۳. نرم‌کننده

مواد نشاسته‌ای معروف به شکنندگی و خواص مکانیکی ضعیف هستند؛ بنابراین برای غلبه بر شکنندگی این مواد نیاز به ترکیب آن‌ها با نرم‌کننده‌ها است [۷]. اساس عملکرد نرم‌کننده‌ها کاهش نیروهای بین مولکولی و افزایش تحرک زنجیره‌های پلیمری است که به کاهش دمای گذر شیشه‌ای (T_g) مواد نشاسته‌ای نرم شده و در نتیجه انعطاف پذیری آن‌ها کمک می‌کند [۷]. رایج‌ترین نرم‌کننده فیلم‌های خوراکی الکل‌های پلی هیدریک که شامل گلیکول، گلیسرین، سوربیتول و سایر پلی‌ال‌ها هستند، می‌باشد [۶]. همچنین سایر نرم‌کننده‌ها شامل فروکتوز، اوره، گلوکز و ساکارز هستند.

۴. پرکننده

استفاده از مواد نشاسته‌ای به علت ماهیت سخت، شکنندگی، حساسیت آبی و قدرت ضعیف مکانیکی آن‌ها محدود شده است؛ که استفاده از مواد تقویت کننده در ماتریکس نشاسته‌ای روشی موثر برای افزایش کارایی فیلم‌های بر پایه نشاسته است. استفاده از پرکننده‌های طبیعی مانند کراتین، لیگنین و سلولز در فیلم‌ها به عنوان تقویت کننده باعث افزایش مقاومت به آب، پایداری حرارتی و افزایش مقاومت کششی و کاهش ظرفیت کشیدگی می‌شوند [۸].



۵. امولسیفایر

امولسیفایرها، عوامل فعال سطحی هستند که قادر به افزایش قابلیت مرطوب کنندگی سطح فیلم های خوراکی می باشند. یک امولسیفایر دارای بخش هیدروفوبیک با تعداد کربن مختلف می باشد؛ که تاکنون مطالعه ای در مورد تاثیر طول زنجیره بخش هیدروفوبیک بر روی خواص نشاسته ای فیلم ها انجام نگرفته است. برای کاهش کشش سطحی و افزایش رطوبت سطح فیلم مقدار کمی لیستین یا سایر امولسیفایرها به درون محلول فیلم افزوده می شود [۶ و ۹].

۶. ضخامت فیلم

ضخامت فیلم ویژگی مهمی در تعیین امکان استفاده از فیلم های خوراکی برای بسته بندی محصولات غذایی است که بر ویژگی های دیگری مانند مقاومت کششی، کشیدگی و نفوذپذیری بخار آب (WVP) تاثیر می گذارد [۳]. ضخامت فیلم به ترکیبات فیلم و عوامل فرایند بستگی دارد. ضخامت آن با دستگاه میکرومتر دیجیتالی اندازه گیری شده و به طور تصادفی در نقاط مختلف و چندین بار این عمل تکرار می شود [۷].

۷. خواص مکانیکی

خواص مکانیکی فیلم ها به شرایط فیزیکی، شیمیایی و دمایی که بر روی پایداری و انعطاف پذیری فیلم تاثیر می گذارد، وابسته است. استحکام کششی، حداکثر تنش لازم برای پاره شدن فیلم در طی آزمون کششی است [۱]. کشیدگی در نقطه شکست بیانگر توانایی فیلم در طی کشیدن قبل از پاره شدن است، که ماهیت پلاستیکی فیلم را بیان می کند [۳]. استحکام کششی و کشیدگی در نقطه شکست توسط دستگاه تجزیه و تحلیل بافت اندازه گیری می شود. دستگاه تحلیلگر مکانیکی پویا-گرمایی (DMTA) شاخص های مدول ذخیره و تانژانت زاویه فاز را اندازه گیری می کند و در این اندازه گیری به بررسی اثر تنش های مکانیکی پویا همراه با تنش های گرمایی بر خواص مکانیکی فیلم ها می پردازد [۱]. نمونه ها باید قبل از اندازه گیری چند روز در دمای اتاق و رطوبت نسبی ۵۳٪ نگهداری شوند [۵].

۸. خواص ممانعتی

خواص ممانعتی، توانایی فیلم ها و پوشش ها را در افزایش مدت زمان نگهداری محصولات غذایی مختلف تعیین می کنند. اندازه گیری های رایج شامل نفوذپذیری گاز و بخار آب است که به ساختار فیلم ها وابسته است و به طور کلی در نقاط بی شکل فیلم ها، نفوذپذیری صورت می گیرد. ترکیبات فیلم، به خصوص نرم کننده ها به علت اصلاح ساختار فیلم، تحرک زنجیره ها و ضریب نفوذ تراوایی بر روی خواص ممانعتی و مکانیکی آن ها اثر می گذارند [۶].

۹. نفوذپذیری بخار آب (WVP)



تعیین نفوذپذیری بخار آب وابسته به شرایط اندازه گیری مانند دما و اختلاف فشار بخار آب است. اندازه گیری نفوذپذیری بخار آب در میوه ها و سبزیجات به علت شکل نامنظم و مقدار رطوبت بالای آن ها مشکل است [۶]. ممانعت به عبور بخار آب توسط نفوذپذیری بخار آب (WVP) و سرعت گذر بخار آب (WVTP) سنجیده می شود [۱].

۱۲. نفوذپذیری گازها

اندازه گیری نفوذپذیری فیلم ها و پوشش ها به اکسیژن و کربن دی اکسید برای تعیین کیفیت و وضعیت فیزیولوژیکی محصولات میوه پوشش داده شده در طول نگهداری ضروری است. روش های مختلفی برای اندازه گیری نفوذپذیری گازها وجود دارد. نفوذپذیری اکسیژن با روش مانومتریک تعیین می شود [۵ و ۶].

۱۱. حلالیت

حلالیت، خاصیت فیزیکی فیلم برای توانایی انحلال آن در آب است. بنابراین فیلم هنگام بلعیده شدن به طور کامل هضم شده و یا هنگام ورود به محیط زیست به طور طبیعی تجزیه می شود. فیلم محلول، مناسب برای بسته بندی غذاهای آماده خوردن است که هنگام ورود به درون آب جوش یا دهان مصرف کننده ذوب می شود [۳].

۱۲. خواص ساختاری

خواص ترکیبی فیلم ها و پوشش ها به عواملی مانند نسبت نقاط کریستالی به نقاط بی شکل، تحرک زنجیره های پلیمری و واکنش بین گروه های پلیمری و مواد نفوذ کرده در نقاط بی شکل وابسته است. روش های مختلف برای تعیین ساختار فیلم شامل میکروسکوپ الکترونی اسکن (SEM)، افتراق پرتو X، گرماسنجی تصویربرداری افتراقی (DSC) و طیف سنج زیرقرمز (FTIR) می باشند [۶]. روش SEM برای ارزیابی یکنواختی، ساختار لایه ای، تخلخل و ترک، همواری سطح و ضخامت فیلم استفاده می شود. روش افتراق پرتو X ساختار کریستالی-بی شکل فیلم را نشان می دهد [۶]. روش DSC شاخص های تخریب گرمایی یا پایداری گرمایی، ضریب انتقال شیشه ای، نقطه ذوب و کریستالی شدن را اندازه گیری می کند [۱]. روش FTIR مفید برای تعیین مشخصات ریزساختاری فیلم های ترکیبی و همچنین برای ارزیابی واکنش های بین اجزای سازنده فیلم استفاده می شود [۶].

۱۳. نتیجه گیری

امروزه به علت فواید فراوان فیلم های خوراکی تمرکز زیادی بر تولید آن ها به عنوان جایگزینی برای بسته بندی های سنتزی شده است. تولید فیلم های خوراکی فرایند پیچیده ای است که نیازمند استفاده از علوم مختلفی می باشد. در چند دهه اخیر استفاده از فیلم های بر پایه نشاسته به علت خواص مناسب فیزیکوشیمیایی، بی رنگی، بی بویی، شفافیت، در دسترس



بودن و ارزان قیمتی آن پیشرفت زیادی داشته است. معایب این فیلم‌ها مانند شکنندگی و خواص ضعیف مکانیکی با سایر مواد افزودنی برطرف می‌گردند. با پژوهش‌های بسیار انجام گرفته در این زمینه هنوز هم جای کار برای انجام پژوهش‌ها و مطالعات بیشتر در رابطه با استفاده از مواد نوین در تهیه فیلم‌های خوراکی و بهبود خواص آن‌ها وجود دارد.

۱۲. مراجع

۱. مرتضویان، الف.م.، عزیزی، م.ج. و سهراب‌وندی، س. (۱۳۸۹)، "فیلم‌های خوراکی: شاخص‌های کیفی و روش‌های تولید"، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۴، ۱۱۱-۱۰۷.
2. Fakhouri, F.M., Martell, S.M., Coan, T. and Velasco, J.I. (2015), "Edible films and coatings based on starch/gelatin: Film properties and effect of coatings on quality of refrigerated Red Crimson grapes," *Postharvest Biology and Technology*, 109, pp 57-64.
3. Arham, R., Mulyati, M.T., Metusalach, M. and Salengke, S. (2016), "Physical and mechanical properties of agar based edible film with glycerol plasticizer," *International Food Research Journal*, 23(4), pp 1669-1675.
4. Dick, M., Pango, C.H., Costa, T.M.H. and Gomaa, A. *et al.* (2016), "Edible films based on chia flour: Development and characterization," *Journal of Applied Polymer Science*, 133.
5. Basiak, E., Lenart, A. and Debeaufort, F. (2017), "Effect of starch type on the physico-chemical properties of edible films," *International Journal of Biological Macromolecules*, 1(122).
6. Embuscado, M.E. and Huber, K.C. (2009), "*Structure and Function of Starch-Based Edible Films and Coatings*," USA.
7. Edhirej. A., Sapuan, S.M., Jawaid, M. and Zahari, N.I. (2017), "Effect of various plasticizers and concentration on the physical, thermal, mechanical, and structural properties of cassava-starch-based films," *Journal of Starch / Stärke*, 69.
8. Bodirlau, R., Teaca, C. and Spiridon, I. (2013), "Influence of natural fillers on the properties of starch-based biocomposite films," *Composites Part B Engineering Journal*, 44, pp 575-583.
9. Santacruz, S., Rivadeneira, C. and Castro, M. (2015), "Edible films based on starch and chitosan. Effect of starch source and concentration, plasticizer, surfactant's hydrophobic tail and mechanical treatment," *Food Hydrocolloids Journal*.