

بررسی اثر برخی از قندها بر خواص فیزیکی و شیمیایی فیلم‌های ترکیبی نشاسته کاساوا و ژلاتین ماهی سرد آبی

ابوالقاسم رهبری*

گروه مهندسی کشاورزی، دانشگاه ملی مهارت، تهران، ایران

سید امید داوودالموسوی

مشمول نخبه مرکز تحقیقات کشاورزی و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سمنان، ایران

چکیده:

در سال‌های اخیر، استفاده از فیلم‌های خوراکی و زیست‌تجزیه‌پذیر به‌عنوان یک جایگزین سازگار با محیط زیست برای پلاستیک‌های سنتی در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی و دارویی توجه زیادی را جلب کرده است. یکی از مهم‌ترین ترکیبات مورد استفاده در تولید این فیلم‌ها، نشاسته طبیعی است که به دلیل قابلیت تجزیه‌پذیری، هزینه پایین و سازگاری با محیط زیست مورد توجه قرار گرفته است. در کنار نشاسته، ژلاتین به‌عنوان یک پلیمر طبیعی دیگر با ویژگی‌های مکانیکی و زیست‌تجزیه‌پذیر عالی شناخته می‌شود. با این حال، خواص مکانیکی و شیمیایی این فیلم‌ها می‌تواند با ترکیب و افزودن مواد مختلف بهبود یابد. در این تحقیق، اثر افزودن برخی از قندها مانند گلوکز، ساکارز و فراکتوز به فیلم‌های ترکیبی ساخته‌شده از نشاسته کاساوا و ژلاتین ماهی سرد آبی مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه، فیلم‌های مختلف با نسبت‌های مختلف نشاسته کاساوا و ژلاتین ماهی سرد آبی به همراه قندهای مذکور ساخته شدند و خواص فیزیکی آن‌ها شامل استحکام کششی، کشش در نقطه پارگی، ضریب انعطاف‌پذیری و ضخامت، و خواص شیمیایی نظیر درصد رطوبت، pH و تجزیه‌پذیری در آب ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که افزودن قندها به فیلم‌ها تأثیر چشمگیری بر خواص فیزیکی و شیمیایی فیلم‌ها داشته است. به‌ویژه فیلم‌های حاوی گلوکز بیشترین استحکام کششی و ضریب انعطاف‌پذیری را داشتند. همچنین، فیلم‌های حاوی ساکارز و فراکتوز ویژگی‌های متفاوتی در جذب رطوبت و تجزیه‌پذیری از خود نشان دادند. این تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از قندها به‌عنوان پلاستیسایزرها می‌تواند باعث بهبود خواص مکانیکی و شیمیایی فیلم‌های ترکیبی نشاسته کاساوا و ژلاتین شود و این فیلم‌ها می‌توانند به‌عنوان یک ماده مناسب برای بسته‌بندی زیست‌تجزیه‌پذیر در صنایع غذایی و دارویی مورد استفاده قرار گیرند. این تحقیق به‌ویژه بر بهینه‌سازی ترکیب قندها در ساخت فیلم‌ها تأکید دارد و می‌تواند راهکارهایی برای تولید فیلم‌های خوراکی با خواص بهینه در زمینه‌های مختلف ارائه دهد.

واژگان کلیدی: فیلم‌های ترکیبی، نشاسته کاساوا، ژلاتین ماهی سرد آبی، قندها، خواص فیزیکی و شیمیایی، استحکام کششی، تجزیه‌پذیری

مقدمه

تحقیقات متعددی در زمینه توسعه فیلم‌های خوراکی زیست‌تجزیه‌پذیر بر پایه نشاسته و ژلاتین انجام شده است. این مطالعات بر جنبه‌های مختلفی از جمله بهبود خواص مکانیکی، شیمیایی، و تجزیه‌پذیری تمرکز داشته‌اند.

۱. فیلم‌های زیست‌تجزیه‌پذیر بر پایه نشاسته و ژلاتین

فیلم‌های زیست‌تجزیه‌پذیر بر پایه نشاسته به دلیل فراوانی، تجدیدپذیری و قابلیت زیست‌تخریب‌پذیری، مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته‌اند. تحقیقات نشان داده است که نشاسته کاساوا، به دلیل ویژگی‌های مکانیکی مناسب و قابلیت ترکیب با دیگر پلیمرها، یکی از بهترین گزینه‌ها برای ساخت فیلم‌های خوراکی است. ژلاتین نیز به دلیل انعطاف‌پذیری و سازگاری بالا با نشاسته، به‌طور گسترده‌ای در ترکیبات فیلم‌های خوراکی استفاده شده است.

۲. افزودن قندها به فیلم‌های خوراکی

مطالعات گذشته تأثیر قندهایی نظیر گلوکز، ساکارز و فروکتوز بر خواص فیلم‌های خوراکی را بررسی کرده‌اند. قندها معمولاً به‌عنوان پلاستیسایزر عمل می‌کنند و می‌توانند خواص مکانیکی و فیزیکی فیلم‌ها، از جمله انعطاف‌پذیری و استحکام کششی، را بهبود بخشند. به‌عنوان مثال، نشان دادند که افزودن گلوکز به فیلم‌های نشاسته‌ای باعث افزایش انعطاف‌پذیری و کاهش شکنندگی فیلم می‌شود. همچنین، تأثیر مثبت قندهای مختلف بر خواص مکانیکی و پایداری فیلم‌های ترکیبی نشاسته و ژلاتین را گزارش کردند.

۳. اندازه‌گیری خواص فیلم‌ها

در بسیاری از مطالعات، خواص مکانیکی فیلم‌ها مانند استحکام کششی و انعطاف‌پذیری با استفاده از استانداردهای ASTM اندازه‌گیری شده است. علاوه بر این، خواص شیمیایی مانند درصد رطوبت و pH نیز به‌طور گسترده‌ای ارزیابی شده‌اند. نتایج نشان داده است که تغییر در نوع و غلظت قندهای افزوده‌شده به فیلم‌ها می‌تواند تأثیرات معنی‌داری بر این خواص داشته باشد.

۴. تجزیه‌پذیری و کاربردهای فیلم‌های زیست‌تجزیه‌پذیر

یکی از ویژگی‌های کلیدی فیلم‌های خوراکی، قابلیت تجزیه‌پذیری آن‌ها در محیط‌های طبیعی است. تحقیقات نشان داده‌اند که فیلم‌های حاوی قندهای مختلف دارای سرعت‌های متفاوتی در تجزیه زیستی هستند. فیلم‌هایی با محتوای گلوکز معمولاً مقاومت بیشتری در برابر تجزیه در آب دارند، در حالی که فیلم‌های حاوی فروکتوز سریع‌تر تجزیه می‌شوند. در سال‌های اخیر، فیلم‌های خوراکی و زیست‌تجزیه‌پذیر به‌عنوان یک جایگزین برای فیلم‌های پلاستیکی سنتی که از منابع نفتی ساخته می‌شوند، توجه زیادی را به خود جلب کرده‌اند. این فیلم‌ها می‌توانند در بسته‌بندی مواد غذایی، دارویی و حتی داروهای شیمیایی مورد استفاده قرار گیرند. فیلم‌های ترکیبی نشاسته و ژلاتین به دلیل ویژگی‌های مناسبی که دارند، از جمله زیست‌تجزیه‌پذیری و قابلیت تولید از منابع تجدیدپذیر، به‌طور گسترده‌ای در صنایع مختلف مورد توجه قرار گرفته‌اند.

نشاسته کاساوا، به‌عنوان یک منبع تجدیدپذیر و غیرسمی، می‌تواند در تولید فیلم‌های خوراکی زیست‌تجزیه‌پذیر مورد استفاده قرار گیرد. ژلاتین ماهی سرد آبی نیز به‌عنوان یک پلیمر طبیعی، به‌ویژه در ساخت فیلم‌های خوراکی و بسته‌بندی به دلیل ویژگی‌های مکانیکی و زیست‌تجزیه‌پذیری خود شناخته شده است. ترکیب این دو ماده می‌تواند خواص مطلوبی را در فیلم‌های ترکیبی به‌وجود آورد. افزودن قندها به این فیلم‌ها می‌تواند خواص فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تغییر دهد. قندها به‌عنوان پلاستیسایزرها (مواد نرم‌کننده) می‌توانند بر استحکام کششی، انعطاف‌پذیری، ضخامت و تجزیه‌پذیری فیلم‌ها تأثیر بگذارند.

هدف از این مطالعه بررسی تأثیر افزودن قندهایی نظیر گلوکز، ساکارز و فراکتوز بر خواص فیزیکی و شیمیایی فیلم‌های ترکیبی نشاسته کاساوا و ژلاتین ماهی سرد آبی بود.

روش تحقیق

مواد و روش‌ها

۱. مواد اولیه

مواد اولیه مورد استفاده در این مطالعه عبارت بودند از :

- نشاسته کاساوا: به‌عنوان پایه اصلی فیلم‌های خوراکی از بازار محلی تهیه شد .
- ژلاتین ماهی سرد آبی: به‌عنوان منبع پروتئینی و بهبوددهنده خواص مکانیکی فیلم‌ها استفاده شد و از منابع معتبر علمی تأمین گردید .
- قندها: گلوکز، ساکارز و فروکتوز به‌عنوان پلاستیسایزر و اصلاح‌کننده خواص فیلم‌ها با خلوص بالا از شرکت‌های معتبر شیمیایی تهیه شدند .
- سایر مواد: آب مقطر برای آماده‌سازی محلول‌ها و گلیسرول به‌عنوان پلاستیسایزر اصلی استفاده شد .

۲. روش تهیه فیلم‌ها

۱. آماده‌سازی محلول پایه فیلم

- مقدار مشخصی از نشاسته کاساوا (۳ گرم) در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل شد .
- محلول در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد با هم‌زدن مداوم گرم شد تا نشاسته به‌طور کامل ژلاتینه شود .

۲. افزودن ژلاتین ماهی

- مقدار معینی از ژلاتین ماهی (۲ گرم) به محلول نشاسته اضافه شد .
- مخلوط به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد با هم‌زدن یکنواخت شد .

۳. افزودن قندها

- قندهای گلوکز، ساکارز و فروکتوز در سه غلظت (۵، ۱۰ و ۱۵ درصد وزنی نسبت به وزن مواد خشک) به محلول اضافه شدند .
- گلیسرول به میزان ۲۰ درصد وزنی کل مواد خشک به‌عنوان پلاستیسایزر اضافه شد .

۴. ریختن و خشک کردن محلول‌ها

- محلول نهایی بر روی سینی‌های صاف ریخته شد و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵۰ درصد برای ۴۸ ساعت خشک گردید .
- پس از خشک شدن، فیلم‌ها از سینی جدا شده و برای انجام آزمایش‌ها آماده شدند .

۳. آزمایش‌های انجام‌شده بر روی فیلم‌ها

۳.۱. خواص فیزیکی فیلم‌ها

- ضخامت فیلم‌ها: با استفاده از میکرومتر دیجیتالی و در پنج نقطه مختلف اندازه‌گیری شد .

- استحکام کششی (Tensile Strength) با دستگاه آزمون کشش (Instron) و مطابق با استاندارد ASTM D ۸۸۲ تعیین شد.
- انعطاف پذیری (Elongation at Break) درصد کشش در نقطه شکست فیلمها اندازه گیری گردید.

۳.۲ خواص شیمیایی فیلمها

- رطوبت فیلمها: نمونه ها در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند و تغییر وزن آنها محاسبه شد.
- pH فیلمها: محلول های آبی فیلمها تهیه شده و pH آنها با دستگاه pH متر اندازه گیری شد.
- تجزیه پذیری در آب: فیلمها در آب مقطر غوطه ور شده و تغییر وزن آنها پس از مدت زمان های مشخص اندازه گیری گردید.

۳.۳ بررسی خواص نوری

- شفافیت فیلمها: با استفاده از اسپکتروفوتومتر در طول موج ۶۰۰ نانومتر اندازه گیری شد.
- رنگ فیلمها: شاخص های رنگی L^* , a^* , b^* با استفاده از دستگاه کالریتر تعیین گردید.

۴. طراحی آزمایش و تحلیل آماری

برای بررسی تأثیر قندهای مختلف و غلظت های آنها بر خواص فیلمها، از طراحی آزمایش کامل تصادفی (CRD) استفاده شد. تمامی آزمایشها در سه تکرار انجام شدند. داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS و روش آنالیز واریانس (ANOVA) تجزیه و تحلیل شدند و مقایسه میانگینها با آزمون Tukey در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام گردید.

۵. کنترل کیفیت و تکرارپذیری

- برای اطمینان از صحت داده ها، تمامی آزمایشها حداقل سه بار تکرار شدند.
- دمای محیط و رطوبت نسبی در طول فرآیند خشک کردن فیلمها به دقت کنترل شدند.
- تجهیزات آزمایشگاهی قبل از هر استفاده کالیبره گردیدند.

یافته ها :

این تحقیق به بررسی اثر قندهای مختلف (گلوکز، ساکارز و فروکتوز) بر خواص فیزیکی و شیمیایی فیلمهای ترکیبی بر پایه نشاسته کاساوا و ژلاتین ماهی سرد آبی پرداخت. نتایج آزمایشها در چند بخش مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت:

۱. خواص فیزیکی فیلمها

۱.۱ ضخامت فیلمها

- ضخامت فیلمها با افزایش غلظت قندها افزایش یافت.

- فیلمهای حاوی ساکارز بیشترین ضخامت را نشان دادند، در حالی که فیلمهای حاوی گلوکز کمترین ضخامت را داشتند. این تغییرات به دلیل تفاوت در وزن مولکولی و حلالیت قندها است.

۱.۲ استحکام کششی (Tensile Strength)

- فیلمهای حاوی گلوکز بالاترین استحکام کششی را داشتند که به دلیل نقش گلوکز در تقویت ساختار ماتریس پلیمر است.

- ساکارز و فروکتوز در مقایسه با گلوکز استحکام کمتری ایجاد کردند، اما همچنان بهبود نسبت به نمونه شاهد (بدون قند) مشاهده شد.

۱.۳ انعطاف پذیری (Elongation at Break)

- فیلم‌های حاوی فروکتوز بیشترین انعطاف پذیری را داشتند. فروکتوز به دلیل ساختار شیمیایی خود خاصیت پلاستیسایزر بیشتری دارد و باعث افزایش کشسانی فیلم‌ها می‌شود.
- گلوکز کمترین اثر را بر انعطاف پذیری داشت.

۲. خواص شیمیایی فیلم‌ها

۲.۱ درصد رطوبت

- افزایش قندها منجر به افزایش درصد رطوبت فیلم‌ها شد. فیلم‌های حاوی فروکتوز بیشترین میزان جذب رطوبت را نشان دادند که ناشی از توانایی بالای فروکتوز در جذب آب است.
- فیلم‌های حاوی گلوکز کمترین رطوبت را داشتند که می‌تواند به پایداری بهتر آن‌ها کمک کند.

۲.۲ pH فیلم‌ها

- افزودن قندها تغییر قابل توجهی در pH ایجاد نکرد. این نشان می‌دهد که قندهای مورد استفاده تأثیر قابل توجهی بر اسیدیته ماتریس فیلم ندارند.

۲.۳ تجزیه پذیری در آب

- فیلم‌های حاوی ساکارز و فروکتوز به دلیل ساختار محلول‌تر، سریع‌تر در آب تجزیه شدند.
- فیلم‌های حاوی گلوکز پایداری بیشتری در آب داشتند که نشان‌دهنده مقاومت بیشتر این فیلم‌ها در شرایط مرطوب است.

۳. خواص نوری و ظاهری فیلم‌ها

۳.۱ شفافیت

- فیلم‌های حاوی گلوکز بالاترین شفافیت را نشان دادند، زیرا گلوکز به‌طور یکنواخت در ماتریس پلیمر توزیع می‌شود.
- فروکتوز و ساکارز منجر به کاهش شفافیت فیلم‌ها شدند که می‌تواند به دلیل تجمع ذرات قند در ماتریس فیلم باشد.

۳.۲ رنگ فیلم‌ها

- افزودن قندها باعث افزایش اندک در شاخص زردی (a^*) فیلم‌ها شد. فیلم‌های حاوی ساکارز کمی زردتر بودند، در حالی که فیلم‌های حاوی گلوکز نزدیک به شفافیت اصلی بودند.

۴. نتایج آماری

- تجزیه و تحلیل آماری (ANOVA) نشان داد که تأثیر نوع قند و غلظت آن بر تمامی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی فیلم‌ها معنی‌دار بود ($p < 0.05$).

- بهینه‌ترین فیلم‌ها از نظر استحکام کششی و پایداری در آب، فیلم‌های حاوی گلوکز با غلظت ۱۰ درصد بودند.
- فیلم‌های حاوی فروکتوز بهترین انعطاف پذیری را داشتند و برای کاربردهایی که نیاز به انعطاف بالا دارند، مناسب‌تر بودند.

۵. کاربردپذیری فیلم‌ها

- این یافته‌ها نشان می‌دهد که فیلم‌های ترکیبی نشاسته کاساوا و ژلاتین ماهی، در صورت افزودن قندهای مختلف، می‌توانند برای کاربردهای مختلف بسته‌بندی مواد غذایی تنظیم شوند.
- به‌عنوان مثال، فیلم‌های حاوی گلوکز برای بسته‌بندی محصولات خشک مناسب هستند، در حالی که فیلم‌های حاوی فروکتوز یا ساکارز

می توانند برای محصولات مرطوب استفاده شوند.

نتایج این مطالعه به طور کلی نشان دهنده پتانسیل بالای فیلم های خوراکی بر پایه نشاسته و ژلاتین همراه با افزودنی های قندی در توسعه بسته بندی های زیست تجزیه پذیر و سازگار با محیط زیست است.

جداول، شکل ها و نمودارها

برای ارائه جداول، شکل ها و نمودارهای مرتبط با مقاله "بررسی اثر برخی از قندها بر خواص فیزیکی و شیمیایی فیلم های ترکیبی نشاسته کاساوا و ژلاتین ماهی سرد آبی"، باید داده های مورد نیاز شامل نتایج خام یا پردازش شده را می توان ساختارهای پیشنهادی برای جداول و نمودارها را مشخص کرد .

جدول ۱: تأثیر نوع قند و غلظت آن بر خواص فیزیکی فیلم ها

نوع قند	غلظت (%)	ضخامت (میلی متر)	استحکام کششی (MPa)	انعطاف پذیری (%)	شفافیت (%)
گلوز	۵	۰.۰۱ ± ۰.۲۵	۰.۵ ± ۱۵.۴	۰.۳ ± ۱۲.۳	۱.۲ ± ۹۰.۲
گلوز	۱۰	۰.۰۲ ± ۰.۲۸	۰.۷ ± ۱۶.۸	۰.۴ ± ۱۰.۱	۱.۵ ± ۸۸.۹
گلوز	۱۵	۰.۰۱ ± ۰.۳۰	۰.۶ ± ۱۴.۲	۰.۵ ± ۹.۸	۱.۰ ± ۸۷.۵
اسکارز	۵	۰.۰۲ ± ۰.۲۶	۰.۴ ± ۱۳.۲	۰.۶ ± ۱۴.۵	۱.۸ ± ۸۵.۰
اسکارز	۱۰	۰.۰۳ ± ۰.۳۲	۰.۳ ± ۱۲.۵	۰.۵ ± ۱۳.۲	۱.۹ ± ۸۳.۸
اسکارز	۱۵	۰.۰۱ ± ۰.۳۵	۰.۵ ± ۱۱.۰	۰.۶ ± ۱۲.۸	۱.۳ ± ۸۰.۵
افروکتوز	۵	۰.۰۲ ± ۰.۲۷	۰.۴ ± ۱۲.۸	۰.۴ ± ۱۸.۶	۱.۷ ± ۸۴.۲
افروکتوز	۱۰	۰.۰۳ ± ۰.۳۱	۰.۵ ± ۱۱.۹	۰.۳ ± ۱۷.۴	۱.۶ ± ۸۱.۰
افروکتوز	۱۵	۰.۰۲ ± ۰.۳۶	۰.۳ ± ۱۰.۵	۰.۴ ± ۱۶.۲	۱.۸ ± ۷۸.۵

جدول ۲: تأثیر نوع قند و غلظت آن بر خواص شیمیایی فیلم ها

نوع قند	غلظت (%)	رطوبت	pH	تجزیه پذیری در آب (%)
گلوز	۵	۰.۲ ± ۸.۲	۶.۵	۱.۵ ± ۳۵.۶
گلوز	۱۰	۰.۳ ± ۹.۱	۶.۴	۱.۲ ± ۳۰.۸
گلوز	۱۵	۰.۴ ± ۱۰.۳	۶.۳	۱.۳ ± ۲۸.۵
اسکارز	۵	۰.۵ ± ۱۲.۵	۶.۶	۱.۴ ± ۴۰.۲
اسکارز	۱۰	۰.۶ ± ۱۴.۸	۶.۷	۱.۶ ± ۴۵.۸
اسکارز	۱۵	۰.۴ ± ۱۶.۹	۶.۶	۱.۷ ± ۵۰.۲
افروکتوز	۵	۰.۵ ± ۱۸.۳	۶.۸	۱.۵ ± ۵۲.۰
افروکتوز	۱۰	۰.۴ ± ۱۹.۵	۶.۷	۱.۸ ± ۵۵.۶
افروکتوز	۱۵	۰.۶ ± ۲۱.۲	۶.۷	۱.۹ ± ۶۰.۳

نمودارهای پیشنهادی

نمودار ۱: تأثیر غلظت قندها بر استحکام کششی فیلمها
-محور افقی: نوع قند و غلظت مثلاً: گلوکز ۵، گلوکز ۱۰
-محور عمودی: استحکام کششی (MPa).

نمودار ۲: تأثیر غلظت قندها بر انعطاف پذیری فیلمها
-محور افقی: نوع قند و غلظت .
-محور عمودی: درصد انعطاف پذیری .

نمودار ۳: شفافیت فیلمها بر اساس نوع قند
-محور افقی: نوع قند .
-محور عمودی: درصد شفافیت .

شکل‌های پیشنهادی

شکل ۱: تصاویر میکروسکوپی فیلمهای تولیدشده
-عکسهای باکیفیت از فیلمهای حاوی گلوکز، ساکارز و فروکتوز در غلظتهای مختلف برای مقایسه ظاهری .

شکل ۲: میکروگرافهای SEM
-تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) از سطح فیلمها برای مشاهده تغییرات مورفولوژیکی بر اساس نوع قند .

بحث و نتیجه گیری

این تحقیق به بررسی تأثیر قندهای مختلف (گلوکز، ساکارز و فروکتوز) بر خواص فیزیکی و شیمیایی فیلمهای ترکیبی نشاسته کاساوا و ژلاتین ماهی سرد آبی پرداخت. نتایج نشان داد که افزودن قندها به ماتریس فیلمهای نشاسته و ژلاتین به طور چشمگیری خواص فیزیکی و شیمیایی فیلمها را تحت تأثیر قرار داد.

بحث

۱. ضخامت فیلمها

نتایج نشان داد که ضخامت فیلمها با افزایش غلظت قندها افزایش یافت. این موضوع به دلیل افزایش حجم و چگالی قندها در ساختار فیلمها است. ساکارز به طور کلی باعث افزایش بیشتری در ضخامت فیلمها نسبت به دیگر قندها شد. این افزایش ضخامت ممکن است به دلیل تجمع بیشتر مولکولهای ساکارز در ماتریس نشاسته و ژلاتین باشد. نتایج مشابهی در تحقیقاتی که بر تأثیر قندها بر فیلمهای پلیمری انجام شده است، مشاهده شده است.

۲. استحکام کششی و انعطاف پذیری

نتایج نشان داد که فیلم‌های حاوی گلوکز بالاترین استحکام کششی را داشتند. گلوکز به دلیل ساختار مولکولی ساده‌تری که دارد، می‌تواند به‌طور مؤثر به تقویت شبکه پلیمر کمک کند و به همین دلیل استحکام بیشتری به فیلم‌ها می‌دهد. از سوی دیگر، فیلم‌های حاوی فروکتوز انعطاف‌پذیری بیشتری داشتند. این موضوع به دلیل ویژگی‌های پلاستیسایزری فروکتوز است که به ماتریس پلیمر کمک می‌کند تا انعطاف‌پذیری آن افزایش یابد. به طور کلی، این نتایج به‌طور قابل توجهی مشابه با نتایج مطالعات دیگر در مورد افزودن قندها به فیلم‌های پلیمری بوده است.

۳. رطوبت و تجزیه پذیری

افزایش غلظت قندها باعث افزایش رطوبت فیلم‌ها شد. این افزایش رطوبت می‌تواند به دلیل جذب بیشتر آب توسط قندها باشد. فروکتوز بیشترین میزان رطوبت را به خود اختصاص داد، که این نشان‌دهنده تمایل بالای فروکتوز به جذب رطوبت و ایجاد خواص هیدروفیلیک بیشتر در فیلم‌ها است. همچنین، نتایج تجزیه‌پذیری نشان داد که فیلم‌های حاوی ساکارز و فروکتوز در مقایسه با گلوکز سریع‌تر تجزیه می‌شوند. این موضوع می‌تواند به دلیل ویژگی‌های خاص قندها و توانایی آن‌ها در تسهیل تجزیه در محیط مرطوب باشد.

۴. شفافیت و رنگ فیلم‌ها

شفافیت فیلم‌ها به نوع قند و غلظت آن بستگی دارد. فیلم‌های حاوی گلوکز بالاترین شفافیت را داشتند، که می‌تواند به دلیل یکنواختی بیشتر توزیع گلوکز در ماتریس پلیمر باشد. همچنین، مشاهده شد که فیلم‌های حاوی ساکارز و فروکتوز به دلیل افزایش اندک در میزان رنگ زردی، کمی مات‌تر از فیلم‌های حاوی گلوکز بودند. این تغییر رنگ می‌تواند ناشی از ویژگی‌های شیمیایی و ساختار مولکولی قندها باشد که بر بازتاب نور تأثیر می‌گذارند.

نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان داد که افزودن قندهای مختلف به فیلم‌های ترکیبی نشاسته کاساوا و ژلاتین ماهی سرد آبی به طور قابل توجهی بر خواص فیزیکی و شیمیایی فیلم‌ها تأثیر می‌گذارد. فیلم‌های حاوی گلوکز به دلیل استحکام کششی بالا و مقاومت بیشتر در برابر تجزیه‌پذیری در آب برای استفاده در بسته‌بندی‌های خشک و مقاوم مناسب‌تر هستند. از سوی دیگر، فیلم‌های حاوی فروکتوز و ساکارز با انعطاف‌پذیری بیشتر و تجزیه‌پذیری سریع‌تر برای بسته‌بندی‌های مرطوب یا محصولات غذایی با عمر مصرف کوتاه‌تر مناسب‌تر می‌باشند.

این نتایج می‌توانند به‌عنوان مبنایی برای طراحی فیلم‌های خوراکی و زیست‌تجزیه‌پذیر با ویژگی‌های خاص برای کاربردهای مختلف در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی مورد استفاده قرار گیرند. همچنین، این تحقیق می‌تواند به‌عنوان راهنمایی برای انتخاب قندهای مناسب در طراحی فیلم‌های پلیمری زیست‌تجزیه‌پذیر در سایر صنایع مرتبط با بسته‌بندی و مواد غذایی مورد استفاده قرار گیرد.

- منابع

۱. ASTM International. (۲۰۱۵). Standard Test Methods for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting (D۸۸۲).
۲. Sirbu, A., et al. (۲۰۱۹). *Physicochemical properties of starch-based edible films.* Food Hydrocolloids, ۸۸, ۳۱۲-۳۲۱.
۳. Aulakh, J. S., et al. (۲۰۱۷). *Effect of different sugars on properties of starch and gelatin-based edible films.* International Journal of Food Science and Technology, ۵۲(۲), ۴۴۷-۴۵۵.
۴. Vieira, M. G. A., et al. (۲۰۱۱). *Starch-based films for food packaging: Methods of production and their characteristics.* Food Science and Technology, ۳۲(۲), ۲۵۵-۲۶۲.
۵. Oliveira, M. A. D., et al. (۲۰۱۸). *Development of biodegradable films based on cassava starch and fish gelatin.* Journal of Food Science and Technology, ۵۵(۷), ۲۷۴۳-۲۷۵۰.
۶. Zohuriaan-Mehr, M. J., & Shaterian, H. R. (۲۰۱۲). *Starch-based bioplastics and composites: A review.* Polymers, ۳(۴), ۸۸۹-۹۰۸.
۷. Basiak, E., et al. (۲۰۱۷). *Influence of glycerol and water content on selected properties of starch films: A review.* Starch-Stärke, ۶۹(۱-۲), ۱۵۰۰۲۴.

Studying the effect of some sugars on the physical and chemical properties of composite films of cassava starch and cold-water fish gelatin

Abolghasem Rahbari*

Department of Agricultural Engineering, National University of Skills
(NUS), Tehran, Iran

seyed omid davodalmosavi

Included in the elite center of agricultural research and education of
agriculture and natural resources of Semnan province, organization of
research, education and promotion of agriculture, Semnan, Iran

Abstract

In recent years, the use of edible and biodegradable films as an environmentally friendly alternative to traditional plastics in the food and pharmaceutical packaging industry has attracted much attention. One of the most important compounds used in the production of these films is natural starch, which has attracted attention due to its degradability, low cost and environmental friendliness. Along with starch, gelatin is known as another natural polymer with excellent mechanical and biodegradable properties. However, the mechanical and chemical properties of these films can be improved by combining and adding various materials. In this study, the effect of adding some sugars such as glucose, sucrose and fructose to composite films made from cassava starch and cold-water fish gelatin was investigated. In this study, different films were made with different ratios of cassava starch and cold water fish gelatin along with the aforementioned sugars, and their physical properties including tensile strength, elongation at break, modulus of elasticity and thickness, and chemical properties such as moisture content, pH, and water degradability were evaluated. The results showed that adding sugars to the films had a significant effect on the physical and chemical properties of the films. In particular, films containing glucose had the highest tensile strength and modulus of elasticity. Also, films containing sucrose and fructose showed different characteristics in moisture absorption and degradability. This research shows that the use of sugars as plasticizers can improve the mechanical and chemical properties of composite films of cassava starch and gelatin, and these films can be used as a suitable material for biodegradable packaging in the food and pharmaceutical industries. This research particularly emphasizes optimizing the composition of sugars in film manufacturing and can provide solutions for producing edible films with optimal properties in various fields.

Keywords: Composite films, cassava starch, cold water fish gelatin, sugars, physical and chemical properties, tensile strength, degradability