مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

ارزیابی ویژگی های فیلم تقویت شده کیتوزان- صمغ گوار اصلاح شده حاوی عصاره رزماری به منظور کاربرد در بسته‌بندی فعال مواد غذایی

لیلا یاوری معروفی[1]، نسیم شهابی[2]، مرجان قربانی[3*]

۱. دانش آموخته‌ی کارشناسی ارشد گروه صنایع غذایی، دانشکده تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران.

۲. دانش آموخته‌ی دکتری تخصصی گروه بهداشت و کنترل کیفی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

۳. استادیار مرکز تحقیقات تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰ /۰۹/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۳۰

کلمات کلیدی:

فیلم کیتوزان،

صمغ گوار اصلاح شده،

عصاره رزماری،

سته بندی فعال،

خواص مکانیکی.

DOI: 10.22034/FSCT.19.125.135

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.125.24.3

* مسئول مکاتبات:

ghorbanim@tbzmed.ac.ir

چکیده

بسته‌بندی اهمیت به‌سزایی در حفاظت، انبار کردن و حمل و نقل بهداشتی مواد غذایی و هم‌چنین مواد خام به ویژه در مقابل اکسیداسیون و فساد میکروبی دارد. دفن زباله‌های تجزیه ناپذیر ناشی از بسته‌بندی پلاستیکی مواد غذایی یکی از مهم‌ترین چالش‌های جهان می‌باشد که امروزه در جهت کاهش و رفع این مشکل، استفاده از بیوپلیمرهای طبیعی و تجزیه پذیر، شامل پلی‌ساکاریدها توصیه می‌شود. کیتوزان از جمله پلی‌ساکاریدهایی می‌باشد که در ساختار فیلم‌های خوراکی زیست تخریب پذیر استفاده می‌شود. محدودیت اصلی فیلم های مبتنی برکیتوزان خواص مکانیکی ضعیف، حلالیت بالا در آب و نفوذپذیری آن به بخار آب است. این مطالعه با هدف بهبود عملکرد فیزیکوشیمیایی فیلم‌های مبتنی بر کیتوزان انجام شد. فیلم‌های مبتنی بر کیتوزان با صمغ گوار دی‌آلدهیدی در نسبت‌های مختلف تهیه شدند. ظهور پیک در طول موج ۱۶۸۰ بر سانتی‌متر در طیف جذبی فیلم ترکیبی کیتوزان-گوار دی‌آلدهیدی، تشکیل پیوند کووالانسی (گروه آمیدی) بین عامل‌های آمین کیتوزان و عامل‌های آلدهیدی گوار دی‌آلدهیدی را تایید می‌کند. فیلم بهینه کیتوزان- گوار دی‌آلدهیدی (نسبت حجمی ۲:۱) در مقایسه با دیگر فیلم‌ها کم‌ترین حلالیت (۰/۲۵ ± ۲۰/۰۳ درصد)، کم‌ترین نفوذپذیری به بخار آب ($۳/۰۷\times۱۰^{-۱۰}$ گرم.میلی‌متر/ میلی‌متر مربع.ساعت.پاسکال) و بیش‌ترین مقاومت کششی (۱/۰۶ ± ۴۸/۰۵ مگاپاسکال) را نشان داد. هم‌چنین افزودن ۱۰ درصد عصاره رزماری بزرگ‌ترین منطقه مهاری با قطر۰/۲۱ ± ۲۰/۵۵ میلی‌متر مربوط به *استافیلوکوکوس اورئوس* و ۰/۰۷ ± ۱۲/۷۵ میلی‌متر مربوط به *اشریشیاکلی* را نشان داد. نتایج نشان می‌دهد فیلم تولید شده حاوی رزماری می‌تواند گزینه‌ای مناسب برای استفاده در بسته‌بندی فعال مواد غذایی در نظر گرفته شود.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-16]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.125.24.3]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.125.135]

۱- مقدمه

بسته‌بندی‌های غذایی از نظر اهمیت حفظ و نگهداری تمام انواع مواد غذایی و هم‌چنین مواد خام به ویژه در مقابل اکسیداسیون و فساد میکروبی و هم‌چنین افزایش مدت زمان ماندگاری دارای اهمیت هستند. دفن زباله‌های ناشی از بسته‌بندی پلاستیکی مواد غذایی یکی از مهم‌ترین چالش‌های جهان می‌باشد چراکه به سبب عدم تجزیه پذیری، آلودگی زیست محیطی را به دنبال دارد. امروزه در جهت کاهش و رفع این مشکل، استفاده از بیوپلیمرهای طبیعی و تجزیه پذیر، مورد توجه و مطالعه محققین قرار گرفته است [۱]. فیلم زیست تخریب پذیر از بیوپلیمرهای طبیعی شامل پلی‌ساکاریدها ، پروتئین ها و لیپیدها یا مخلوط این مواد تهیه می‌شود. پلی‌ساکاریدهایی که در ساختار فیلم‌های خوراکی زیست تخریب پذیر استفاده می‌شوند عبارتند از: کیتوزان، پکتین، صمغ گوار، صمغ عربی، نشاسته و... [۲]. از رایج‌ترین بیوپلیمرهای پلی ساکاریدی کیتوزان می‌باشد که ماده مورد تأیید سازمان غذا و دارو، زیست‌سازگار، زیست تخریب‌پذیر با دسترسی تجاری آسان و هزینه کم می‌باشد. کیتوزان؛ یک پلی‌ساکارید طبیعی مشتق شده از کیتین سخت پوستان می‌باشد و دومین پلی‌ساکارید فراوان در طبیعت هست. کیتوزان متشکل از واحد های دی‌گلوکزآمین با اتصالات بتا-۱و٤ است که تا pH=٦/٥ دارای بار کاتیونی می‌باشد. این پلیمر طبیعی به علت داشتن گروه‌های آمینی دارای خاصیت ضد میکروبی است، محلول در اسید است و قابلیت جذب آب را دارد. هم‌چنین این پلیمر از لحاظ غذایی ایمن بوده و در صنایع غذایی به ویژه پایه‌ی فیلم بسته‌بندی کاربرد فراوانی دارد [۳]. در کنار تمامی این ویژگی‌ها، خواص مکانیکی ضعیف، حلالیت در pH اسیدی و نفوذپذیری بالا نسبت به آب، باعث محدودیت کاربرد آن شده است [٦-٤]. اخیراً یکی از روش‌های مورد استفاده جهت رفع و بهبود محدودیت‌های فیلم‌های محلول در آب استفاده از پلی‌ساکاریدهای اصلاح شده (دی‌آلدهیدی) به عنوان اتصال دهنده‌ی متقابل در ساختار فیلم می‌باشد. به عنوان مثال در برخی از مطالعات انجام شده در این زمینه، با استفاده از آلژینات دی‌آلدهیدی [۷]، کربوکسی متیل سلولز دی‌آلدهیدی [۸]، صمغ زانتان دی‌آلدهیدی [۹]، گلوکومانان دی‌آلدهیدی [۱۰] و گوار دی‌آلدهیدی [۱۱] محدودیت‌های فیلم ژلاتین را بهبود داده‌اند. هم‌چنین در یک مطالعه‌ای با استفاده از نشاسته دی‌آلدهیدی محدودیت‌های فیلم مخلوط کیتوزان، هیالورونیک اسید و کلاژن را بهبود بخشیدند [۱۲]. هم‌چنین چندین مطالعه و تحقیق در مورد تهیه هیدروژل‌های مستحکم بر پایه کیتوزان از طریق ایجاد اتصالات متقابل با عامل‌های آلدهیدی پلی‌ساکاریدهای دی‌آلدهیدی مانند پکتین دی‌آلدهیدی [۱۳] و صمغ دانه به دی‌آلدهیدی [١٤] انجام شده است. در همین راستا و براساس آن‌که مطالعات اندکی در مورد اصلاح محدودیت‌های کیتوزان با پلی‌ساکاریدهای دی‌آلدهیدی وجود دارد، برآن شدیم تا در این مطالعه خواص فیلم کیتوزان را با ترکیب آن با صمغ گوار دی‌آلدهیدی بهبود بخشیم. گوار؛ یک صمغ هترو پلی‌ساکارید می‌باشد و از دانه لوبیا خوشه‌ایی (Cyamopsis tetragonoloba) حاصل می‌شود. این صمغ منبع ارزانی از گالاکتومانان است و از واحدهای دی‌گالاکتوز و دی‌مانوز تشکیل شده است و غنی از گروه‌های هیدروکسیل بوده که آن را برای تهیه مشتقات مختلف مناسب می‌کند. با توجه به خاصیت امولسیون کنندگی، اتصال دهنده و ژل کنندگی، حلالیت سریع در آب سرد، پایداری در گستره وسیعی از pH ، توانایی ایجاد فیلم و قابلیت زیست تخریب‌پذیری صمغ گوار، کاربردهای زیادی را در مهندسی صنایع غذایی و بسته‌بندی دارد [۱۵]. بررسی‌ها نشان داد، مطالعه‌ای در زمینه اصلاح فیلم‌های کیتوزانی با ایجاد اتصال متقابل عرضی با گوار دی‌آلدهیدی انجام نگرفته است. هم‌چنین در راستای ایجاد کردن بسته‌بندی ضدمیکروبی در جهت کاهش فساد میکروبی و اتلاف ماده غذایی از عصاره طبیعی رزماری استفاده می‌شود. عصاره رزماری به عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی شناخته شده است. این ماده از برگ گیاه رزماری به دست می‌آید و به دلیل دارا بودن ترکیبات فنولی متعدد مانند دی‌ترپن‌ها و تری‌ترپن‌های فنولی، اسیدهای فنولیک و فلاوونوئیدها از قدرت ضدمیکروبی بالایی برخوردار است [١٦]. بنابراین، هدف این مطالعه بررسی اثر متقابل گوار دی‌آلدهیدی و کیتوزان و توانایی آن‌ها در تشکیل فیلم و هم‌چنین بررسی خاصیت ضدمیکروبی فیلم حاوی عصاره رزماری می‌باشد. خصوصیات و ساختار فیلم‌های تولید شده از طریق طیف سنجی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-16]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.125.24.3]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.125.135]

مادون قرمز تبدیل فوریه (FTIR[1])، میکروسکوپ الکترونی رویشی[2] (SEM)، آنالیز پایداری حرارتی، ویژگی‌های مکانیکی، حلالیت در آب[3] و نفوذ پذیری به بخار آب[4] و آزمون‌های ضدمیکروبی ارزیابی شد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

پودر کیتوزان، پودر صمغ گوار و سدیم پریدات به عنوان عامل دی‌آلدهیدی کننده از شرکت سیگما (آمریکا) خریداری شد. عصاره رزماری، اتیلن گلیکول به عنوان نرم کننده فیلم و نمک‌های کلسیم کلرید بدون آب و سدیم کلرید از شرکت مرک (آلمان) خریداری شد.

۲-۲- آماده‌سازی گوار دی‌آلدهیدی

جهت تهیه محلول گوار دی‌آلدهیدی از روش مشروح در مقاله قبلی استفاده گردید [۱۱]. به این صورت که ابتدا محلول ۰/۵ درصد (وزنی/وزنی) گوار تهیه شد، سپس ۳ میلی‌لیتر محلول سدیم پریدات (۰/۱ گرم/میلی‌لیتر) در شرایط تاریکی و هم زدن مداوم توسط همزن مغناطیسی بر روی هیتر برقی بدون اعمال دما به محلول گوار اضافه شد. پس از گذشت دو ساعت، واکنش مورد نظر با اضافه کردن مقداری اتیلن گلیکول پایان یافت.

۲-۳- سنتز فیلم‌ها

ابتدا ۰/۵ گرم پودر کیتوزان در محلول ۸ درصد حجمی/ حجمی اسید استیک و آب مقطر حل شد و به مدت ۳۰ دقیقه توسط همزن مغناطیسی بر روی هیتر برقی با دمای اتاق هم زده شد. سپس محلول فیلم‌های مورد نظر با اضافه کردن محلول گوار دی‌آلدهیدی و کیتوزان در نسبت‌های وزنی/ حجمی ۱:۱، ۱:۲ و ۲:۱ و هم زدن به مدت ۲۰ دقیقه توسط همزن مغناطیسی بر روی هیتر برقی با دمای اتاق آماده شدند. در مرحله آخر ۳۰ درصد وزن خشک کیتوزان، اتیلن گلیکول به محلول نهایی اضافه شده و کاملا مخلوط شدند. ۱۰ درصد جرمی/جرمی (نسبت به وزن کل پلیمرها) عصاره رزماری به محلول فیلم بهینه انتخاب شده بر اساس خصوصیات فیزیکومکانیکال، اضافه شد و به مدت ۲۰ دقیقه توسط همزن مغناطیسی بر روی هیتر برقی با دمای اتاق هم زده شد. محلول‌های نهایی داخل پلیت با قطر ٦ سانتی‌متر ریخته شده و به مدت ٢٤ ساعت در دمای محیط قرار گرفتند و خشک شدند. فیلم‌های خشک شده از سطح پلیت‌ها جدا شدند و در دمای ۳ ± ۲۳ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۲ ± ۵۰ درصد داخل دسیکاتور نگه‌داری شدند تا این‌که آنالیزهای لازم روی آن‌ها انجام گیرد.

۲-٤- ضخامت[5] فیلم‌ها

ضخامت فیلم‌ها با استفاده از یک میکرومتر دیجیتالی (Mitutoyo، ژاپن) با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌متر تعیین شد و اندازه‌گیری‌ها در سه نقطه‌ی تصادفی در اطراف فیلم‌ها انجام شد.

۲-۵- ویژگی‌های مکانیکی

آزمایش‌های مکانیکی فیلم‌ها با استفاده از دستگاه بافت سنج (Universal testing machine) انجام گرفت. فیلم‌ها به شکل مستطیل به ابعاد ۱۰×۱ سانتی‌متر مربع بریده شدند. فاصله بین دو فک دستگاه ۵۰ میلی‌متر و سرعت حرکت فک‌ها ۵ میلی‌متر بر دقیقه انتخاب شد. شاخص‌هایی شامل استحکام کششی[6] و افزایش طول تا نقطه شکست[7] با استفاده از روش استاندارد مصوب انجمن تست و مواد آمریکا D 882-83 ASTM از روی منحنی‌های نیرو بر حسب تغییر شکل به دست آمدند [۱۷].

۲-٦- نفوذپذیری به بخار آب (WVP)

آزمون اندازه‌گیری WVP با استفاده از روش اصلاح شده شماره E96/E96M-15 که توسط ASTM توسعه یافته است، انجام گرفت. برای انجام آزمایش درون سل‌های شیشه‌ای کلسیم کلرید بدون آب ریخته شد. سپس سطح سل به وسیله فیلم‌ها با استفاده از پارافین مذاب پوشانده شد. سل‌ها درون دسیکاتور حاوی محلول اشباع نمک سدیم کلرید قرار گرفتند. محلول اشباع نمک سدیم کلرید در دمای ۲۵ درجه سلسیوس رطوبت ٪ ۷۵ ایجاد

1. Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR)
2. Scanning electron microscopy (SEM)
3. Water solubility (WS)
4. Water vapor permeability (WVP)
5. Thickness
6. Tensile stress (TS)
7. Elongation at break (EAB)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-16]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.125.24.3]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.125.135]

می‌کند و اختلاف رطوبت در دو سمت فیلم در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و گرادیانت فشار بخاری معادل ۳۱۶۹ پاسکال محاسبه شد. تغییر در وزن سل‌ها با استفاده از یک ترازوی با دو رقم اعشار اندازه‌گیری شد و نمودار آن به‌صورت تابعی از زمان رسم گردید. یک سل فاقد کلسیم کلرید که توسط فیلم پوشانده شده به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. هدف اندازه‌گیری رطوبتی بود که جذب فیلم شده اما از آن عبور نکرده است [۱۸].

شیب نقاط رسم شده به وسیله رگرسیون خط (r^2 = ۰/۹۹) محاسبه گردید و نرخ انتقال بخار آب از تقسیم شیب خط کشیده شده (گرم/ ساعت) بر سطح فیلم‌های مورد آزمون (میلی‌متر مربع) به دست آمد.

$$\text{نرخ انتقال بخار آب} = \frac{\text{شیب منحنی}}{\text{مساحت سطح}}$$

با ضرب کردن ضخامت فیلم و تقسیم بر اختلاف فشار بین رطوبت نسبی درون سل‌ها و رطوبت نسبی دسیکاتور، نفوذپذیری نسبت به بخارآب به دست آمد.

$$\text{نفوذ پذیری به بخار آب} = \frac{\text{نرخ} \times \text{ضخامت}}{\text{(اختلاف رطوبت نسبی) فشار}}$$

۲-۷- حلالیت در آب

تکه‌های خشک فیلم را پس از توزین درون ۵۰ سی‌سی آب انداخته و به مدت ۲٤ ساعت در دمای محیط قرار داده. سپس مجموعه بر روی یک کاغذ صافی که قبلا به وزن ثابت رسیده و دقیقا توزین شده بود، توزین شد. کاغذ صافی به همراه نمونه در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ ساعت خشک شده سپس توزین شد و در پایان درصد محلولیت فیلم‌ها از رابطه زیر بدست آمد [۱۱].

$$\text{حلالیت در آب} = \frac{\text{وزن خشک نهایی فیلم} - \text{وزن خشک اولیه فیلم}}{\text{وزن خشک نهایی فیلم}}$$

۲-۸- تعیین اثر ضدمیکروبی

برای بررسی فعالیت ضدمیکروبی فیلم‌ها با استفاده از روش انتشار دیسک[8]، ابتدا از سویه‌های باکتری‌های *اشریشیاکلای* (ATCC 10708) و *استافیلوکوکوس اورئوس* (ATCC1189) کشت داده شده در محیط نوترینت آگار، تک کلنی‌هایی به محیط براث انتقال داده و بعد از سپری شدن ۱۸ ساعت، نیم مک‌فارلند سویه‌های مورد نظر تهیه شدند. سپس ۱۰۰ میکرولیتر از نیم مک‌فارلند رقیق شده هر سویه حاوی $۱۰^{٦}$ واحد کلونی/ میلی‌لیتر باکتری به محیط کشت مولر هینتون آگار تلقیح کرده و به روش سطحی کشت داده شدند. در ادامه فیلم‌های برش داده شده به اندازه ٦ میلی‌متری بر روی پلیت‌های محیط کشت مولر هینتون آگار و حاوی هر کدام از سویه‌های باکتریایی قرار داده شدند. گرم‌خانه گذاری نمونه‌های کشت داده شده *اشریشیاکلی* و *استافیلوکوکوس اورئوس* در دمای ۳۷ درجه سلسیوس به مدت ۲٤ ساعت انجام شد .بعد از این مدت هاله ممانعت از رشد توسط یک کولیس دقیق اندازه‌گیری و قطر آن بر حسب میلی‌متر گزارش شد [۱۱].

۲-۹- آنالیز FTIR

این روش برای تعیین ساختار ملکولی و خصوصیات ساختاری فیلم‌های تولید شده به منظور اطمینان از تشکیل ساختار مورد نظر به کار می‌رود. در این آزمایش از نمونه پودری استفاده شد. جهت انجام آزمایش ابتدا نمونه‌ها با نسبت یک درصد به همراه ماده مرجع برمور پتاسیم قرصی ساخته شد و تحت تابش نور مادون قرمز در محدوده ٤۰۰۰-۵۰۰ بر سانتی‌متر قرار گرفت. طیف سنجی مادون قرمز براساس جذب تابش مادون قرمز و بررسی جهش‌های ارتعاش ملکولی صورت گرفت. در نهایت طیف FTIR به عنوان خروجی دستگاه حاصل شد [۱۹].

۲-۱۰- بررسی مورفولوژی فیلم‌ها

تفاوت در مورفولوژی سطح فیلم‌های تهیه شده با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) (مدل EM-۳۲۰۰) مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌ها قبل از آزمون با لایه‌ایی از طلا پوشانده شده بودند [۲۰].

8. Disc Diffusion Method

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-16]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.125.24.3]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.125.135]

۲-۱۱- آنالیز حرارتی [9] (TGA)

آزمون TGA روشی برای بررسی رفتار یک ماده در مقابل حرارت است. بدین منظور مقدار کمی از ماده مورد بررسی در حدود چند میلی‌گرم در محفظه دستگاه قرار داده شد، سپس به تدریج و به صورت تناوبی به ماده حرارت داده شد. محدوده دمایی مورد استفاده ۶۰۰-۲۵ درجه سلسیوس بوده و از گاز نیتروژن به عنوان اتمسفر استفاده گردید. آهنگ تغییرات دمایی ۱۰ درجه سلسیوس بر دقیقه بود.

۲-۱۲- آنالیز آماری

تمامی آزمون‌های نمونه‌های فیلم به صورت سه بار تکرار انجام شده و نتایج با استفاده از آنالیز یک طرفه‌ی واریانس (ANOVA) و از نظر معنی‌داری در سطح کوچک‌تر از ۰/۰۵ مورد بررسی قرار گرفتند. نرم افزار آماری مورد استفاده GraphPad Prism 5 بوده و نتایج به صورت میانگین ± انحراف از معیار بیان شدند.

۳- نتایج و بحث

فیلم‌های مورد نظر با محلول‌های کیتوزان ۰/۵ درصد وزنی/حجمی و گوار دی‌آلدهیدی ۰/۵ درصد وزنی/حجمی در سه نسبت ۱:۱، ۱:۲ و ۲:۱ به روش ریخته‌گری تهیه شدند. کدهای مربوط به فیلم‌ها در جدول ۱ آمده است.

Table 1 Types of edible Chitosan-Dialdehyde guar gum (CS-DAGG), the composition and percentage of Rosemary extract (RE) into the optimal films.

Film samples	Chitosan (CS) (0.5 % w/w)	Dialdehyde Guar Gum (DAGG) (0.5 % w/w)	Rosemary Extract (RE)
Control	3	0	
A	1	1	
B	2	1	
C	1	2	
D	1	2	10%

9. Thermogravimetric Analysis (TGA)

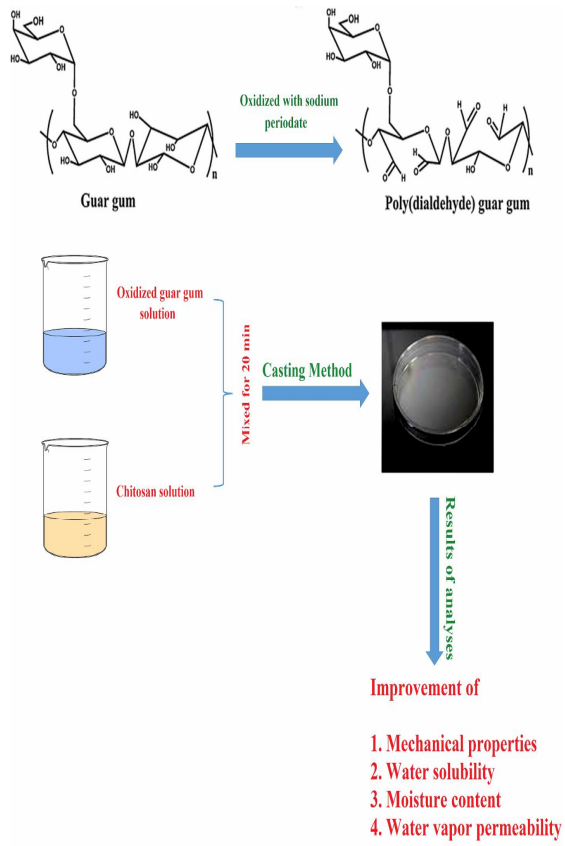

Fig 1 Graphical representation for the preparation of Chitosan-Modified Guar Gum Film

۳-۱- ضخامت و ویژگی‌های مکانیکی

خواص مکانیکی مطلوب و انعطاف‌پذیری فیلم‌های بسته‌بندی از الزامات اساسی در صنایع غذایی است، زیرا پایین بودن خوای مکانیکی فیلم ممکن است منجر به از دست دادن مواد مغذی، کاهش ایمنی، کیفیت و پذیرش مصرف‌کننده شود. به طور کلی، خصوصیات مکانیکی فیلم‌های خوراکی با عواملی مانند TS و EAB مشخص می‌شوند که به ترتیب برای اندازه‌گیری مقاومت و انعطاف‌پذیری نمونه‌های فیلم استفاده می‌شوند [۱۱]. نتایج مربوط به آزمون ضخامت و خصوصیات مکانیکی در جدول ۲ آمده است. ضخامت و انعطاف‌پذیری فیلم‌های مورد نظر با افزایش محتوای گوار دی‌آلدهیدی به طور معنی‌داری کاهش یافته است. علاوه‌براین، مقاومت کششی با افزایش محتوای گوار دی‌آلدهیدی به طور معنی‌داری افزایش یافته، به‌صورتی‌که مقاومت کششی نمونه C (۱/۰۶ ± ۴۸/۰۵ مگاپاسکال) در مقایسه با نمونه کنترل (کیتوزان خالی) (۰/۹۱ ± ۲۴/۴۵ مگاپاسکال)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-16]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.125.24.3]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.125.135]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-16]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.125.24.3]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.125.135]

حدود ۲ برابر بیشتر بود. این نتیجه می‌تواند مربوط به تشکیل پیوندهای شیمیایی کووالانسی بین عامل آمین کیتوزان و عامل آلدهیدی گوار دی‌آلدهیدی باشد که سبب سخت و مقاوم شدن ساختار فیلم می‌شود و هر چقدر محتوای پیوند مورد نظر بیشتر باشد ساختار فیلم مقاوم‌تر می‌شود نتایج بدست آمده با نتایج مطالعات Mu و همکاران (۲۰۱۲)، Guo و همکاران (۲۰۱٤) و Maroufi و همکاران (۲۰۲۰) مطابقت دارد[۸،۹،۱۱]. در این مطالعات با استفاده از ترکیب کردن ژلاتین با کربوکسی متیل سلولز دی‌آلدهیدی [۸]، زانتان دی آلدهیدی [۹] و گوار دی‌آلدهیدی [۱۱]، و در نتیجه ایجاد پیوند کووالانسی آمیدی بین گروه آمین ژلاتین و گروه آلدهیدی ترکیبات ذکر شده، بهبود خصوصیات فیلم ژلاتین را سبب شدند. هم‌چنین با نتایج مطالعه‌ایی که جهت بهبود ویژگی‌های فیلم کیتوزان با استفاده از نشاسته‌ی دی‌آلدهیدی و ایجاد پیوند کووالانسی آمیدی انجام شده است هم راستا می‌باشد [۱۲].

Table 2 Mechanical properties and Thickness of Chitosan-Dialdehyde guar gum (CS-DAGG) films.

Film sample	TS (MPa)	EAB (%)	Thickness (mm)
Control	24.45 ± 0.91	63.95 ± 1.06	0.85 ± 0.07
A	31.55 ± 1.34[b]	47.25 ± 1.34[b]	0.65 ± 0.07[b]
B	25.95 ± 0.63[a]	59.95 ± 0.65[a]	0.75 ± 0.07[a]
C	48.05 ± 1.06[c]	38.25 ± 0.91[c]	0.45 ± 0.07[c]
D	47.75 ± 0.63[c]	38.71 ± 0.65[c]	0.45 ± 0.07[c]

Tensile (TS) and Elongation at breaks (EAB) of Chitosan (Control), Chitosan-Dialdehyde Guar gum at ratio of 2:1 (A), Chitosan-Dialdehyde Guar gum at ratio of 1:1 (B), Chitosan-Dialdehyde Guar gum at ratio of 1:2 (C), C containing 10% Rosemary extract (D). Data are expressed as mean ± standard deviation (n = 3), Dissimilar Characters represents significant difference in 5% chance level.

۳-۲- نفوذپذیری به بخار آب (WVP)

یکی از مشکلات و محدودیت‌های اساسی فیلم مبتنی بر کیتوزان نفوذپذیری آن به بخار آب است. نفوذپذیری به بخار آب یکی از ویژگی‌های اساسی فیلم بسته‌بندی می‌باشد که باید مورد آزمون قرار گیرد. این ویژگی به توانایی فیلم‌ها در جلوگیری از نفوذ مولکول‌های بخار آب از یک طرف به طرف دیگر فیلم اشاره دارد، که به عنوان جرم آب نفوذ کرده از طریق فیلم در واحد زمان تعریف می‌شود [۲۱]. رطوبت نقش مهمی در فساد ماده‌ی غذایی دارد. بنابراین، WVP باید تا حد ممکن در حداقل‌ترین مقدار ممکن باشد [۲۲]. نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان WVP در شکل ۲ آمده است. همان‌طور که قابل مشاهده است با افزودن گوار دی‌آلدهیدی و افزایش محتوای آن میزان WVP در مقایسه با نمونه کنترل به طرز چشم‌گیری ($p<۰/۰۵$) کاهش یافته است که این نتیجه می‌تواند مربوط به تشکیل اتصالات مقابل بین عامل آمین کیتوزان و عامل آلدهیدی گوار دی‌آلدهیدی باشد که یک مسیر سخت و پیچ خورده را برای نفوذ و عبور آب در ساختار فیلم ایجاد می‌کند [۲۲].

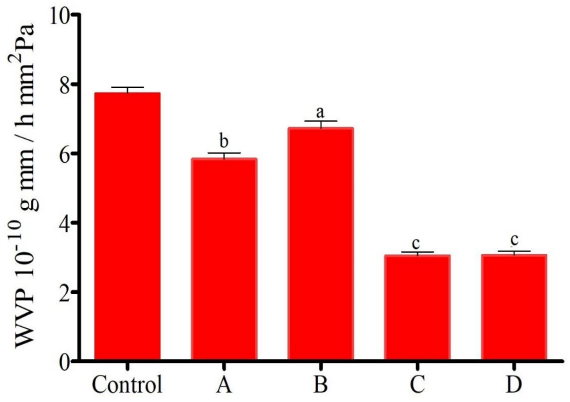

Fig 2 Water vapor permeability (WVP) of Chitosan (Control), Chitosan-Dialdehyde Guar gum at ratio of 2:1 (A), Chitosan-Dialdehyde Guar gum at ratio of 1:1 (B), Chitosan-Dialdehyde Guar gum at ratio of 1:2 (C), C containing 10% Rosemary extract (D). Data are expressed as mean ± standard deviation (n = 3), Dissimilar Characters represents significant difference in 5% chance level.

نتایج بدست آمده با نتایج مطالعات Mu و همکاران (۲۰۱۲)، Guo و همکاران (۲۰۱٤) و Maroufi و همکاران (۲۰۲۰) مطابقت دارد[۸،۹،۱۱]. در این مطالعات با استفاده از ترکیب کردن ژلاتین با کربوکسی متیل سلولز دی‌آلدهیدی [۸]، زانتان دی آلدهیدی [۹] و گوار دی‌آلدهیدی [۱۱]، و در نتیجه ایجاد پیوند

کووالانسی آمیدی بین گروه آمین ژلاتین و گروه آلدهیدی ترکیبات ذکر شده، بهبود خصوصیات فیلم ژلاتین را سبب شدند.

۳-۳- حلالیت فیلم‌ها

حلالیت فیلم بسته‌بندی در آب و محلول‌های اسیدی و بازی نقش مهمی در بسته‌بندی موادغذایی و کاهش فساد و اتلاف موادغذایی دارد. نتایج حاصل در شکل ۳ آمده است، همان‌طور که مشاهده می‌شود میزان حلالیت فیلم‌ها با افزودن گوار دی‌آلدهیدی و افزایش محتوای آن در مقایسه با نمونه شاهد به طور چشم‌گیری ($p<۰/۰۵$) کاهش یافته است.

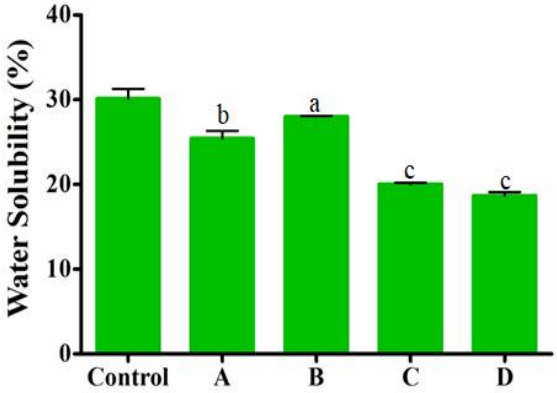

Fig 3 Water Solubility (WS) of Chitosan (Control), Chitosan-Dialdehyde Guar gum at ratio of 2:1 (A), Chitosan-Dialdehyde Guar gum at ratio of 1:1 (B), Chitosan-Dialdehyde Guar gum at ratio of 1:2 (C), C containing 10% Rosemary extract (D). Data are expressed as mean ± standard deviation (n = 3), Dissimilar Characters represents significant difference in 5% chance level.

این نتیجه می‌تواند به این دلیل باشد که گوار دی‌آلدهیدی منجر به تشکیل شبکه‌ای متقابل در فیلم‌های کیتوزان-گوار دی‌آلدهیدی می‌شود، که شبکه سخت‌تر و متراکم‌تری را نسبت به فیلم شاهد ایجاد می‌کند. بنابراین، اتصال عرضی بین کیتوزان و گوار دی‌آلدهیدی باعث کاهش ظرفیت پیوند مولکول‌های آب به زنجیره‌های اصلی بیوپلیمر و متعاقباً کاهش حلالیت فیلم‌ها را سبب می‌شود. نتایج بدست آمده با نتایج مطالعات Mu و همکاران (۲۰۱۲)، Guo و همکاران (۲۰۱٤) و Maroufi و همکاران (۲۰۲۰) مطابقت دارد [۸،۹،۱۱]. در این مطالعات با استفاده از ترکیب کردن ژلاتین با کربوکسی متیل سلولز دی‌آلدهیدی [۸]، زانتان دی آلدهیدی [۹] و گوار دی‌آلدهیدی [۱۱]، و در نتیجه ایجاد پیوند کووالانسی آمیدی بین گروه آمین ژلاتین و گروه آلدهیدی ترکیبات ذکر شده، بهبود خصوصیات فیلم ژلاتین را سبب شدند. همچنین با نتایجی که Sionkowska برای کیتوزان- نشاسته‌ی دی‌آلدهیدی به دست آوردند هم راستا می‌باشد [۱۲].

۳-٤- آنالیز FT-IR

بررسی طیف مادون قرمز جهت ارزیابی حضور پیک‌های معمول در پلیمرهای خالص و تغییر مکانی آنها به طول موج‌های بالاتر یا پایین‌تر به علت ایجاد اتصالات بین گروه‌های عاملی پلیمرهای مذکور انجام می‌گردد. اهمیت آزمون FTIR در مطالعه‌ی ساختار مولکول است. عرض و قدرت نوارهای جذب موجود در طیف و همچنین موقعیت پیک، همه به تغییرات محیط و ترکیب ماکرومولکول‌ها در سطح مولکولی وابسته هستند. اتصالات بین مولکولی زمانی اتفاق می‌افتد که پلیمرهای مختلف با یکدیگر سازگار هستند و از همین رو طیف FTIR به دست آمده از فیلم‌های ترکیبی از طیف فیلم خالص متفاوت است که این امر برای مطالعه‌ی میزان سازگاری پلیمرها حائز اهمیت است [۲۳]. طیف‌های مربوط به کیتوزان، گوار دی‌آلدهیدی و فیلم ترکیبی کیتوزان-گوار دی‌آلدهیدی در شکل ٤ آمده است. در طیف جذبی کیتوزان، پیک های به وجود آمده در ۹۳۱ cm^{-1} و ۱۰۲۱ cm^{-1} به ترتیب مربوط به کشش C-O و کشش‌های C-O-C می‌باشند. همچنین پیک‌های مربوط به آمید یک و آمید سه به ترتیب در طول موج ۱٦٤۰ cm^{-1} و ۱۳۲۰ cm^{-1} دیده شد [۱٤]. در طیف مربوط به گوار دی‌آلدهیدی، ظهور پیک در ۱۷۳۸ cm^{-1} نشان دهنده‌ی تشکیل موفقیت آمیز عامل‌های دی‌آلدهیدی در ساختار صمغ گوار می‌باشد [۱۱]. همچنین ظهور پیک در طول موج ۱٦۸۰cm^{-1} در طیف جذبی فیلم ترکیبی کیتوزان-گوار دی‌آلدهیدی، تشکیل پیوند کووالانسی (گروه آمیدی) بین عامل‌های آمین کیتوزان و عامل‌های آلدهیدی گوار دی‌آلدهیدی را تایید می‌کند [۱۱].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-16]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.125.24.3]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.125.135]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-16]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.125.24.3]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.125.135]

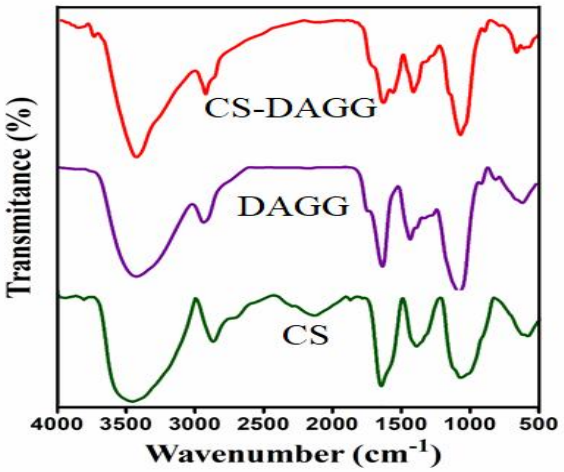

Fig 4 Chitosan (CS), Dialdehyde GG (DAGG), cross-linked CS-DAGG film.

۳-۵- مورفولوژی فیلم‌ها

مورفولوژی سطح فیلم‌ها با استفاده از SEM مورد ارزیابی قرار گرفت. تصاویر SEM برای شناسایی همگن و صاف بودن سطح فیلم‌ها گرفته شده است. نتایج مورفولوژی فیلم کیتوزان (a) و فیلم ترکیبی (b) در شکل ۵ نشان داده شده است. همان طور که قابل درک است مورفولوژی هر دو فیلم شاهد و ترکیبی یک ساختار صاف، غیرمتخلخل و همگن را به نمایش گذاشته است که نشان می دهد اجزای تشکیل دهنده فیلم سازگار بوده و جداسازی فاز اتفاق نیفتاده است که هم‌راستا با نتایج Tang و همکاران (۲۰۱۸) می‌باشد، آن‌ها بیان کردند که هر چقدر اجزای تشکیل دهنده‌ی فیلم با یکدیگر سازگار باشد، جداسازی فازی رخ نمی‌دهد و یک مورفولوژی همگن را سبب می‌شوند [۲٤].

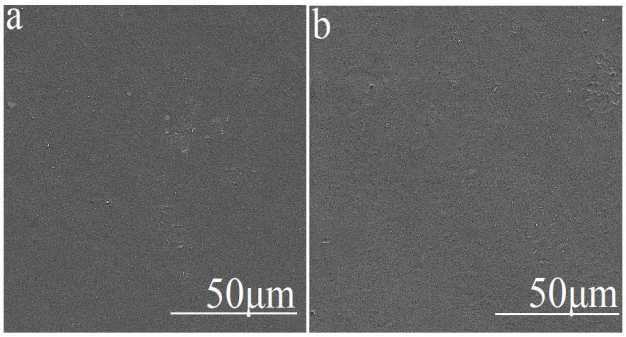

Fig 5 Scanning electron microscopy (SEM) of pure chitosan (a), and chitosan-dialdehyde guar gum (b) films.

۳-٦- آنالیز حرارتی

آنالیز حرارتی نمونه‌های کیتوزان، گوار دی‌آلدهیدی و فیلم ترکیبی کیتوزان-گوار دی‌آلدهیدی در شکل ٦ آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، تغییرات وزنی فاز اول در محدوده دمایی ۱۵۰-۲۵ درجه سلسیوس رخ داده است که مربوط به از دست دادن آب آزاد یا جذب شده در ساختار مواد و فیلم مذکور می‌باشد [۲۳]. فاز دوم کاهش وزن در حدود ۳۰۰-۲۰۰ درجه سلسیوس است که به تجزیه شیمیایی پلی‌ساکاریدها مربوط می‌شود [۲۵]. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود با تشکیل اتصالات عرضی متقابل (پیوند کووالانسی) بین گروه آمین کیتوزان و گروه آلدهیدی گوار دی‌آلدهیدی ثبات حرارتی در فیلم ترکیبی افزایش چشم‌گیری را نشان می‌دهد که با نتایج Ngwabebhoh و همکاران (۲۰۲۰) هم‌راستا می‌باشد [۲٦]، که بیان کردند با تشکیل پیوند کووالانسی آمیدی بین گروه آمین کیتوزان و گروه آلدهیدی زانتان دی‌آلدهیدی ثبات حرارتی افزایش پیدا می‌کند.

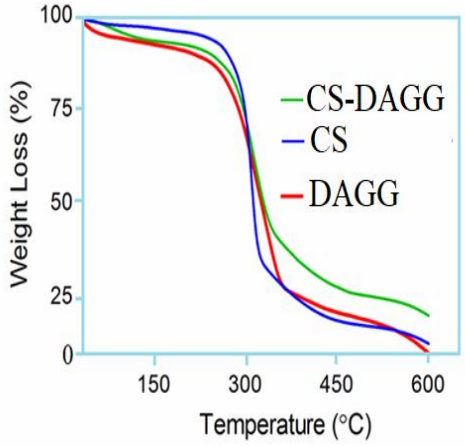

Fig 6 Thermogravimetric analysis (TGA) Chitosan (CS), Dialdehyde GG (DAGG), cross-linked CS-DAGG film.

۳-۷- فعالیت ضدمیکروبی

نتایج اثرات ضد میکروبی فیلم‌های سنتز شده با استفاده از آزمون انتشار دیسک در محیط مولرهینتون آگار به‌صورت قطر هاله ممانعت (بر حسب میلی‌متر) از رشد ۲ سویه باکتریایی گرم مثبت (*استافیلوکوکوس اورئوس*) گرم منفی (*اشریشیاکلی*) در جدول ۳ و شکل ۷ آورده شده است. بر طبق نتایج به‌دست آمده، فیلم

حاوی عصاره رزماری دارای اثر ضدمیکروبی بر علیه سویه‌های باکتریایی مورد مطالعه بود.

Table 3 The results of antimicrobial activity of chitosan/dialdehyde guar gum (CS-DAGG) (optimal sample (C)) with 10% rosemary extract films (D).

Film Samples	Inhibitory zone (mm)	
	S. aureus	*E. coli*
C	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
D	20.55 ± 0.21^{C}	12.75 ± 0.07^{C}

Data are expressed as mean ± standard deviation (n = 3), Dissimilar Characters represents significant difference in 5% chance level.

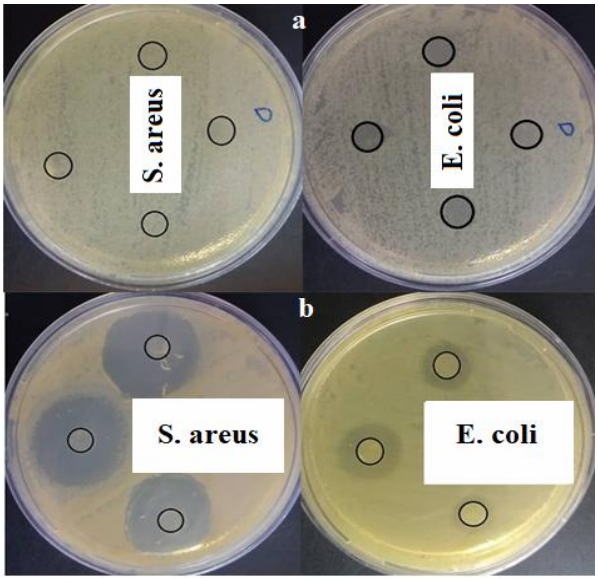

Fig 7 Antibacterial activity of chitosan-dialdehyde guar gum film (CS-DAGG) without rosemary extract (RE) (a), and CS-DAGG with 10% RE (b) against S. areus, and E. coli bacteria.

همان‌طور که مشاهده می‌شود، بزرگ‌ترین منطقه مهاری با قطر ۰/۲۱ ± ۲۰/۵۵ میلی‌متر مربوط به *استافیلوکوکوس اورئوس* بود. با توجه به غشای خارجی محافظ اضافی، باکتری‌های گرم منفی (*اشریشیاکلی*) معمولاً نسبت به باکتری‌های گرم مثبت (*استافیلوکوکوس اورئوس*) مقاومت قابل توجهی در برابر عوامل ضدباکتری دارند [۲۷]. با این حال، فعالیت مهاری عصاره رزماری بر روی *اشریشیاکلی* نیز قابل توجه بود (قطر منطقه‌ی مهاری ۰/۰۷ ± ۱۲/۷۵ میلی‌متر). همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد، دلیل اصلی خاصیت ضدمیکروبی عصاره رزماری به وجود ترکیبات فنولی در ساختار آن مربوط می‌شود. نتایج به‌دست آمده با نتایج سایر داده‌های منتشر شده مطابقت دارد [۱۶].

٤- نتیجه‌گیری کلی

فیلم‌های کیتوزان-صمغ گوار دی‌آلدهیدی با تعامل کووالانسی بین گروه‌های آمینه کیتوزان و گروه‌های آلدهیدی گوار دی‌آلدهیدی به روش ریخته‌گری (کاستینگ) تولید شدند. طیف FTIR فیلم کیتوزان-گوار دی‌آلدهیدی اوج جدیدی در ۱۶۸۰ بر سانتی‌متر را نشان داد که تعامل کووالانسی موفق بین گروه‌های آمینه کیتوزان و گروه‌های آلدهید گوار دی‌آلدهیدی را تأیید کرد. علاوه‌براین، براساس نتایج SEM فیلم ترکیبی مورفولوژی همگن و بدون حباب را نشان داد که نشان دهنده سازگاری اجزای تشکیل دهنده فیلم و عدم جداسازی فاز می‌باشد. فیلم کیتوزان- گوار دی‌آلدهیدی تولید شده در نسبت حجمی ۲:۱ در مقایسه با دیگر فیلم‌ها کم‌ترین حلالیت (۰/۲۵ ± ۲۰/۰۳ درصد)، کم‌ترین نفوذپذیری به بخار آب ($۳/۰۷\times۱۰^{-۱۰}$ گرم.میلی‌متر/ میلی‌متر.مربع.ساعت.پاسکال) و بیش‌ترین مقاومت کششی (۱/۰۶ ± ٤٨/٠٥ مگاپاسکال) را نشان داد. در نتیجه، فیلم کیتوزان:گوار دی‌آلدهیدی با نسبت حجمی ۱: ۲ (نمونه سه) به عنوان فیلم مطلوب انتخاب شد. فیلم بهینه حاوی ۱۰ درصد عصاره رزماری فعالیت ضدمیکروبی قابل قبولی را روی باکتری‌های *اشرشیاکلای* و *استافیلوکوکوس اورئوس* نشان داد. نتایج نشان داد که فیلم تولید شده در این تحقیق می‌تواند به عنوان یک بسته‌بندی فعال مناسب برای افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت مواد غذایی تازه مانند گوشت، مرغ و ماهی مورد استفاده قرار گیرد.

٥- منابع

[1] Tharanathan, R. N. (2003). Biodegradable films and composite coatings: past, present and future. Trends in food science & technology, 14(3), 71-78.

[2] Cazón, P., Velazquez, G., Ramírez, J. A., & Vázquez, M. (2017). Polysaccharide-based films and coatings for food packaging: A review. Food Hydrocolloids, 68, 136-148.

[3] Cazón, P., & Vázquez, M. (2020).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-16]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.125.24.3]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.125.135]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-16]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.125.24.3]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.125.135]

[13] Ghorbani, M., Roshangar, L., & Rad, J. S. (2020). Development of reinforced chitosan/pectin scaffold by using the cellulose nanocrystals as nanofillers: An injectable hydrogel for tissue engineering. European Polymer Journal, 130, 109697.

[14] Maroufi, L. Y., & Ghorbani, M. (2021). Injectable chitosan-quince seed gum hydrogels encapsulated with curcumin loaded-halloysite nanotubes designed for tissue engineering application. International Journal of Biological Macromolecules, 177, 485-494.

[15] Thombare, N., Jha, U., Mishra, S., & Siddiqui, M. Z. (2016). Guar gum as a promising starting material for diverse applications: A review. International journal of biological macromolecules, 88, 361-372.

[16] Jancikova, S., Jamróz, E., Kulawik, P., Tkaczewska, J., & Dordevic, D. (2019). Furcellaran/gelatin hydrolysate/rosemary extract composite films as active and intelligent packaging materials. International journal of biological macromolecules, 131, 19-28.

[17] Ye, Y., Zhu, M., Miao, K., Li, X., Li, D., & Mu, C. (2017). Development of antimicrobial gelatin-based edible films by incorporation of trans-anethole/β-cyclodextrin inclusion complex. Food and bioprocess technology, 10(10), 1844-1853.

[18] Xu, J., Xia, R., Zheng, L., Yuan, T., & Sun, R. (2019). Plasticized hemicelluloses/chitosan-based edible films reinforced by cellulose nanofiber with enhanced mechanical properties. Carbohydrate polymers, 224, 115164.

[19] Shankar, S., Teng, X., Li, G., & Rhim, J. W. (2015). Preparation, characterization, and antimicrobial activity of gelatin/ZnO nanocomposite films. Food Hydrocolloids, 45, 264-271.

[20] Hosseini, S. F., Rezaei, M., Zandi, M., & Farahmandghavi, F. (2015). Fabrication of bio-nanocomposite films based on fish gelatin reinforced with chitosan nanoparticles. Food hydrocolloids, 44, 172-182.

[21] Deng, L., Li, X., Miao, K., Mao, X., Han, M., Li, D., ... & Ge, L. (2020). Development of disulfide bond crosslinked gelatin/ε-polylysine active edible film with antibacterial and antioxidant activities. Food and Bioprocess Mechanical and barrier properties of chitosan combined with other components as food packaging film. Environmental Chemistry Letters, 18(2), 257-267.

[4] Hou, C., Gao, L., Wang, Z., Rao, W., Du, M., & Zhang, D. (2020). Mechanical properties, thermal stability, and solubility of sheep bone collagen–chitosan films. Journal of Food Process Engineering, 43(1), e13086.

[5] Sebti, I., Chollet, E., Degraeve, P., Noel, C., & Peyrol, E. (2007). Water sensitivity, antimicrobial, and physicochemical analyses of edible films based on HPMC and/or chitosan. Journal of agricultural and food chemistry, 55(3), 693-699.

[6] Xu, Y., Ren, X., & Hanna, M. A. (2006). Chitosan/clay nanocomposite film preparation and characterization. Journal of applied polymer science, 99(4), 1684-1691.

[7] Boanini, E., Rubini, K., Panzavolta, S., & Bigi, A. (2010). Chemico-physical characterization of gelatin films modified with oxidized alginate. Acta Biomaterialia, 6(2), 383-388.

[8] Mu, C., Guo, J., Li, X., Lin, W., & Li, D. (2012). Preparation and properties of dialdehyde carboxymethyl cellulose crosslinked gelatin edible films. Food Hydrocolloids, 27(1), 22-29.

[9] Guo, J., Ge, L., Li, X., Mu, C., & Li, D. (2014). Periodate oxidation of xanthan gum and its crosslinking effects on gelatin-based edible films. Food Hydrocolloids, 39, 243-250.

[10] Wang, L., Lin, L., Guo, Y., Long, J., Mu, R. J., & Pang, J. (2020). Enhanced functional properties of nanocomposite film incorporated with EGCG-loaded dialdehyde glucomannan/gelatin matrix for food packaging. Food Hydrocolloids, 108, 105863.

[11] Maroufi, L. Y., Ghorbani, M., & Tabibiazar, M. (2020). A gelatin-based film reinforced by covalent interaction with oxidized guar gum containing green tea extract as an active food packaging system. Food and Bioprocess Technology, 13(9), 1633-1644.

[12] Sionkowska, A., Michalska-Sionkowska, M., & Walczak, M. (2020). Preparation and characterization of collagen/hyaluronic acid/chitosan film crosslinked with dialdehyde starch. International journal of biological macromolecules, 149, 290-295.

Technology, 13(4), 577-588.

[22] Ruiz-Navajas, Y., Viuda-Martos, M., Sendra, E., Perez-Alvarez, J. A., & Fernández-López, J. (2013). In vitro antibacterial and antioxidant properties of chitosan edible films incorporated with Thymus moroderi or Thymus piperella essential oils. Food Control, 30(2), 386-392.

[23] Mohajer, S., Rezaei, M., & Hosseini, S. F. (2017). Physico-chemical and microstructural properties of fish gelatin/agar bio-based blend films. Carbohydrate polymers, 157, 784-793.

[24] Tang, Y., Zhang, X., Zhao, R., Guo, D., & Zhang, J. (2018). Preparation and properties of chitosan/guar gum/nanocrystalline cellulose nanocomposite films. Carbohydrate polymers, 197, 128-136.

[25] Li, Z., Zheng, S., Sun, H., Xi, R., Sun, Y., Luo, D., ... & Shah, B. R. (2021). Structural characterization and antibacterial properties of konjac glucomannan/soluble green tea powder blend films for food packaging. Journal of Food Science and Technology, 1-10.

[26] Ngwabebhoh, F. A., Zandraa, O., Patwa, R., Saha, N., Capáková, Z., & Saha, P. (2021). Self-crosslinked chitosan/dialdehyde xanthan gum blended hypromellose hydrogel for the controlled delivery of ampicillin, minocycline and rifampicin. International Journal of Biological Macromolecules, 167, 1468-1478.

[27] Nguyen, T. T., Dao, U. T. T., Bui, Q. P. T., Bach, G. L., Thuc, C. H., & Thuc, H. H. (2020). Enhanced antimicrobial activities and physiochemical properties of edible film based on chitosan incorporated with Sonneratia caseolaris (L.) Engl. leaf extract. Progress in Organic Coatings, 140, 105487..

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-16]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.125.24.3]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.125.135]

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-16]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.125.24.3]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.125.135]

Properties Evaluation of Reinforced Chitosan-Modified Guar Gum Film Containing Rosemary Extract for Active Food Packaging

Yavari Maroufi, L. [1], Shahabi, N. [2], Ghorbani, M. [3*]

1. MSc., Department of Food Science and Technology, Faculty of Nutrition and Food Science, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran.
2. PhD, Department of Food Hygiene and Quality Control, Faculty of Veterinary Medical, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
3. Assistant Professor, Nutrition Research Center, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2021/ 12/ 16
Accepted 2022/ 04/ 19

Keywords:

Chitosan film,
Guar dialdehyde,
Rosemary extract,
Active packaging,
Mechanical properties.

DOI: 10.22034/FSCT.19.125.135

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.125.24.3

*Corresponding Author E-Mail:
ghorbanim@tbzmed.ac.ir

ABSTRACT

Packaging is important for the protection, storage, and hygienic handling of food as well as raw materials, particularly against oxidation and microbial spoilage. Land filling of non-degradable waste caused by plastic packaging of food is one of the most major challenges in the world, which the use of natural and degradable biopolymers, including polysaccharides, is recommended to overcome this problem. Chitosan is a polysaccharide utilized in the structure of biodegradable edible films. The main limitation associated with chitosan-based films is poor mechanical properties, high water solubility, and water vapor permeability. The objective of this study was to improve the physicochemical performance of chitosan-based films. Chitosan-based films were prepared with guar dialdehyde in various blending ratios. The FTIR spectrum of composite film displayed a peak at 1683 cm^{-1} which approved the successful covalent interaction between the amino groups of chitosan and the aldehyde groups of guar dialdehyde. The optimal chitosan-dialdehyde guar gum film had the lowest solubility (20.03 %), lowest water vapor permeability (3.07×10^{-10} gmm / hmm^2Pa), and the highest tensile strength (48.05 MPa) compared with other films. Moreover, the diameters of the inhibition zones for the films containing 10% rosemary extract against *E. coli* and *S. aureus* bacteria were 12.75 ± 0.07, and 20.55 ± 0.21 mm, respectively. Therefore, the results showed that the developed chitosan- guar dialdehyde film containing rosemary extract can be considered as a suitable alternative in an active fresh food packaging systems.