

اثر سوربیتول بر حلالیت، قابلیت دوخت و کدورت فیلم‌های خوراکی ژلاتین ماهی کپور سرگنده

زینب رفتنی امیری^{۱*}، سیده خدیجه حسینی^۲ و علی معتمدزادگان^۱

تاریخ دریافت: ۹۴/۳/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۴/۹/۲۳

^۱ دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
^۲ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات آیت الله آملی

* مسئول مکاتبه: Email: zramiri@gmail.com

چکیده

ژلاتین پوست ماهی یکی از بیوپلیمرهایی است که فیلم‌هایی با خواص و ظاهر مناسب تشکیل می‌دهد. ژلاتین پوست ماهی از پوست ماهی کپور سرگنده (*Hypophthalmichthys nobilis*) استخراج شد. هدف از این مطالعه تعیین ویژگی‌های حلالیت، قابلیت دوخت‌پذیری و کدورت فیلم‌های ژلاتینی پوست ماهی کپور سرگنده می‌باشد. فیلم‌ها از اختلاط ۳ گرم ژلاتین، ۱۰ درصد گلیسرول و ۱۰-۰ درصد سوربیتول بر پایه ژلاتین در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر (نمونه‌های A, B, C, D, E, F) و تیمار فاقد گلیسرول و سوربیتول (نمونه A) تهیه شدند. نمونه‌ها، قبل از انجام آزمون در دمای ۲۵°C و رطوبت نسبی ۳±۷۵ درصد به مدت ۲ روز مشروط شدند با افزایش سطح سوربیتول، ازدیاد طول تا نقطه پارگی فیلم‌های دوخته شده افزایش یافت. می‌توان علت این پدیده را به حرکت زنجیره‌های ماتریکس نسبت داد. نتایج نشان داد که با افزایش مقادیر سوربیتول حلالیت در آب افزایش، مقاومت کششی، مدول الاستیک و کدورت فیلم‌ها کاهش معنی‌داری یافتند. کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار حلالیت در فیلم‌های حاوی ۲/۵ و ۱۰ درصد سوربیتول بر پایه ژلاتین مشاهده شد. تمام نمونه‌های حاوی نرم‌کننده قابلیت دوخت حرارتی داشتند.

واژگان کلیدی: حلالیت، کدورت، فیلم ژلاتین، قابلیت دوخت حرارتی

مقدمه

بسته بندی‌های زیست تخریب‌پذیر از منابع قابل تجزیه به عنوان جایگزین پلیمرهای سنتزی افزایش یافت (بدیعی و فرها ۱۳۸۷). فیلم‌های خوراکی تا سال ۱۹۶۷، استفاده تجاری بسیار اندکی داشت و اکثراً به استفاده از پوشش موم بر روی میوه‌ها محدود بود. با گذر زمان رشد قابل توجهی در تجارت فیلم‌های خوراکی به وجود آمد. فیلم‌های خوراکی از پروتئین‌ها، پلی‌ساکاریدها، لیپیدها یا ترکیب آن‌ها تهیه می‌شوند (لی و همکاران ۲۰۰۴). به نظر می‌رسد در میان آن‌ها،

جایگزینی برخی از مواد بسته‌بندی با بسته‌بندی‌های خوراکی منجر به کاهش ضایعات و زباله‌های جامد می‌شود. سالانه بیش از ۵ میلیارد تن از مواد جامد مربوط به بسته‌بندی دور ریخته می‌شود که ۳۰ درصد این ضایعات پلاستیک‌ها هستند (موجامدر و همکاران ۲۰۱۱). تجزیه مواد پلاستیکی در طبیعت پروسه کندی است که سرعت تجزیه آن به ساختار و ماهیت مواد تشکیل دهنده آن بستگی دارد. از این رو تقاضا برای

حذف پروتئین‌های غیر کلاژنی صورت گرفت. بعد از شست و شو با آب مقطر سرد تا pH خنثی (مدل ۸۲۷، شرکت Mehtrohm، سوئیس)، فرایند پیش فراوری اسیدی (اسید استیک ۰/۰۵ نرمال در دمای 4°C ، به مدت ۳ ساعت) جهت حذف مواد معدنی و املاح از پوست انجام شد. بعد از شست و شو با آب مقطر سرد تا pH خنثی، ژلاتین از پوست پیش تیمار یافته در آب مقطر به نسبت حجمی ۱:۵ در دمای 50°C پس از ۳ ساعت در بن ماری (شرکت ایران خودسان) استخراج شد. پس از عبور از پارچه فیلتر، پرس و تحت خلأ تغلیظ (مدل R-۲۰۵، شرکت Buchi، آلمان) و به روش انجمادی در دستگاه خشک‌کن انجمادی^۲ (مدل ۷۰۱۲-FDU، شرکت Operon، کره جنوبی) خشک شد. ورقه های خشک شده ژلاتین در دستگاه آسیاب (مدل CNCM13ST1، شرکت Bosch، آلمان) پودرو در کیسه‌های پلی اتیلنی بسته‌بندی شدند.

تهیه فیلم نازک ژلاتین

تهیه فیلم‌ها به روش تبخیر حلال انجام گرفت. برای این منظور ۳ گرم ژلاتین در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر با گلیسرول و سوربیتول مطابق جدول ۱، مخلوط و سپس در دمای اتاق به مدت ۳۰ دقیقه هیدراته شد. در مرحله بعد در دمای 55°C درجه سانتی‌گراد در داخل بن‌ماری به مدت ۲۰ دقیقه به وسیله یک همزن دستی، کاملاً به صورت محلول درآمد. به وسیله پی‌پت، ۱۰ میلی لیتر از محلول آبی به دست آمده درون ظرف‌های پلکسی با طول $8/4$ سانتی‌متر و عرض $8/4$ سانتی‌متر ریخته و به مدت ۲۴ ساعت در آون (Vfesuso، ممرت، آلمان) با دمای ثابت 30°C ، خشک شدند. بعد از خشک شدن، فیلم‌ها از صفحات جدا شده و در دمای 25°C و رطوبت نسبی $3 \pm 75\%$ درصد در دسیکاتور حاوی محلول اشباع کلرید سدیم تا زمان آزمون قرار گرفتند (برگو و سوبرال ۲۰۰۷).

فیلم‌های خوراکی تشکیل شده از پروتئین، از ارزش تغذیه‌ای و خواص مکانیکی قابل توجهی برخوردار هستند. همچنین در برابر گازها بازدارنده خوبی هستند (او و همکاران ۲۰۰۴). اما، نسبت به رطوبت بسیار حساس بوده و نسبت به تراوش بخار آب مقاومت اندکی از خود نشان می‌دهند. ژلاتین ماهی‌ها ویژگی‌های تشکیل فیلم بسیار خوبی، از خود نشان می‌دهد (آونا و همکاران ۲۰۰۶). ژلاتین یک شبکه سه بعدی با کریستال‌های ریز بین مولکولی تشکیل می‌دهد که با از دست دادن آب از این شبکه، ممکن است فیلم‌ها ترد و شکننده شوند (وانین و همکاران ۲۰۰۵). بنابراین افزودن یک نرم‌کننده برای غلبه بر شکنندگی فیلم‌ها ضروری است تا انعطاف پذیری و مقاومت کششی فیلم در برابر ضربه افزایش یابد و همچنین از ترک‌خوردگی در بسته‌بندی‌ها جلوگیری شود (آیدین لی و توتاس ۲۰۰۰). با توجه به ارزش تغذیه‌ای و خواص عملکردی ژلاتین حاصل از پوست ماهی، فیلم خوراکی بر پایه ژلاتین حاصل از پوست ماهی کپور سرگنده تهیه شد و ویژگی‌های حلالیت، کدورت و قابلیت دوخت پذیری آن مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

گلیسرول و سوربیتول از شرکت تجاری مرک^۱ خریداری شد. پوست ماهی کپور سرگنده (پرورشی) از بازار ماهی شمال ایران (رشت، گیلان) تهیه شد. سپس پوست به صورت منجمد به آزمایشگاه گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انتقال یافت. بعد از تمیز کردن پوست و بریدن آن‌ها در ابعاد ۲-۱ سانتی‌متر، استخراج ژلاتین پوست ماهی به روش جانگ جارتونراک و همکاران (۲۰۱۰) با اندکی تغییر جزئی صورت گرفت. بدین صورت که فرایند پیش فراوری قلیایی (سود ۰/۱۹ نرمال در دمای 4°C ، ۳۰ دقیقه در ۳ تکرار)، به نسبت حجمی ۱:۵ جهت

2- Freeze dryer, FDU-7012, Operon, South Korea

3-Blender, CNCM13ST1, BOSCH

4- Memmert, DO6836, Germany

1- Merck, Germany

جدول ۱- نمونه‌های به کار رفته در این مطالعه

نمونه	A	B	C	D	E	F
درصد وزنی (گلیسرول/ ژلاتین)	۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
درصد وزنی (سوربیتول/ ژلاتین)	۰	۰	۲/۵	۵/۰	۷/۵	۱۰/۰

اندازه‌گیری ضخامت

ضخامت فیلم‌های خوراکی توسط ریزسنج^۵ (Helios، ژاپن) با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شدند. اندازه‌گیری در حداقل ۱۰ نقطه از فیلم صورت گرفت و میانگین در محاسبات منظور شد (مشکانی و همکاران ۱۳۹۱).

حلالیت در آب

این آزمون با کمی تغییر جزئی طبق روش گونتارد و همکاران (۱۹۹۴) انجام شد. نمونه‌ها به ابعاد ۱×۴ سانتی‌متر بریده شدند و در آون مجهز به تهویه^۶ C ۱۰۰±۵ به مدت ۲۴ ساعت گذاشته شدند. سپس وزن اولیه شان گرفته شد (Wi). نمونه‌ها در ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر قرار داده و به مدت ۲۴ ساعت توسط شیکر با سرعت ۱۰۰ دور بر دقیقه شیک شد. سپس محلول با کاغذ فیلتر واتمن شماره یک که قبلاً صافی در آون^۶ C ۱۰۰±۵ به مدت ۳۰ دقیقه خشک شده، صاف شدند تا بخش‌های نامحلول بدست آید. کاغذ برای ۲۴ ساعت خشک شده (وزن برش فیلم حل نشده نهایی پس از خشک شدن: Wf) و سپس حلالیت فیلم طبق فرمول ۱ بدست می‌آید:

[1]

$$\%FS = \frac{(w_i - w_f)}{w_i} \times 100$$

دوخت حرارتی

آنالیزهای مکانیکی طبق استاندارد (ASTM D 88-2، ۲۰۰۲) با استفاده از دستگاه بافت‌سنج^۶ (STM-5، سنتام، ایران) با وزنه ۶ کیلوگرمی صورت گرفت. نمونه‌ها در دمای C ۲۵ و رطوبت ۳±۷۵ درصد در دسیکاتور حاوی محلول اشباع کلرید سدیم به مدت ۲ روز مشروط شدند. به منظور بررسی قابلیت دوخت-پذیری فیلم و مقاومت فیلم دوخته شده به نیروی کشش، ابتدا دو لایه فیلم به اندازه ۲ سانتی‌متر بر روی هم قرار داده شد و توسط دستگاه دوخت حرارتی (شرکت دانش، ایران) با دمای C ۱۰۰ و زمان دوخت یکسان، به هم دوخته شد. نواری از فیلم‌ها به ابعاد ۱×۴ سانتی‌متر تهیه شد. نوار با سرعت ۱۰ میلی‌متر بر دقیقه در حالی که فاصله بین دو فک دستگاه ۲۰ میلی‌متر تعریف شده بود تا پاره شدن فیلم کشیده شده و سه پارامتر استحکام کششی، افزایش طول تا نقطه پارگی و مدول الاستیسیته اندازه‌گیری شد.

کدورت فیلم‌های خوراکی

فیلم‌ها به ابعاد ۱×۴ سانتی‌متر بریده و داخل سل اسپکتروفوتومتر (شرکت PG Instrument، مدل T80+UV-VIS، لیکستر، انگلستان) قرار گرفتند و سل خالی هم به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. میزان جذب نور با طول موج ۶۰۰ نانومتر در ۳ تکرار انجام شد و با استفاده از فرمول ۲ کدورت فیلم‌ها محاسبه شد.

6- Texture Analyzer, Santam STM-5

7- Load cell

5- Micrometers

حلقوی سوربیتول می‌باشد که به دلیل ساختارش نمی‌تواند در بین زنجیره پلیمرها قرار بگیرند و بیشتر در بین زنجیره‌ها دافعه فضایی ایجاد نموده و سیالیت آسان در محلول ایجاد می‌شود در حالی که گلیسرول دارای زنجیره مستقیم است که در شبکه سه‌بعدی پلیمر قرار می‌گیرد، لذا رفتاری متفاوت از سوربیتول در حالیت و نفوذپذیری به بخار آب از خود نشان می‌دهد. نتایج حاصل از این مطالعه مشابه نتایج به دست آمده از یانگ و پالسون (۲۰۰۰) بود. آن‌ها با مطالعه اثر لیپید-ها بر روی خواص مکانیکی و بازدارندگی نسبت به رطوبت فیلم خوراکی بر پایه ژلان دریافتند که حالیت فیلم‌های حاوی سوربیتول کمی بالاتر از گلیسرول بود. هم‌چنین با افزایش غلظت سوربیتول از صفر تا ده درصد (از تیمارهای B تا F)، حالیت فیلم‌های ژلاتینی افزایش یافت ($P < 0.05$). افزایش غلظت نرم‌کننده منجر به افزایش فضای داخلی زنجیره‌ها و سرعت انتشار آب می‌شود و در نتیجه سهولت واکنش با آب، حالیت افزایش می‌یابد (سوبرال و همکاران ۲۰۰۱). نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج به دست آمده از نونا و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی اثر سطح و مقادیر pH محلول فیلم‌ساز روی ویژگی‌های عملکردی فیلم‌های بر پایه پروتئین و گلیسرول در فیلم‌ها مرتبط بوده است. نتایج حاصل از مطالعات آن‌ها نشان داد که با افزایش سطح گلیسرول در فیلم‌ها حالیت آبی ماده خشک افزایش یافت. Gomes-Estaca و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که حالیت آبی فیلم‌های بر پایه ژلاتین پوست ماهی تن و استخوان گاو حاوی گلیسرول و سوربیتول، ۳/۳۴٪ و ۹/۳۹٪ به ترتیب بود. Bertan, Tanada-Palmu, Siani و Grasso (۲۰۰۵) با مطالعه بر اثر اسیدهای چرب و المی برزیلی^۱ روی فیلم‌های مرکب بر پایه ژلاتین، حالیت حدود ۳۰٪ را برای ژلاتین گاوی تحت تأثیر اسید پالمیتیک و اسید استئاریک گزارش نمودند. هم‌چنین نتایج حاصل از این مطالعه

Abs600 میزان جذب در ۶۰۰ نانومتر و X ضخامت فیلم‌ها بر حسب میلی‌متر می‌باشد.

[2]

$$\text{Opacity} = \text{Abs600}/x$$

تحلیل آماری

تمام آزمون‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شدند. تحلیل و ارزیابی (ANOVA) با استفاده از مدل خطی (G.L.M) نرم افزار آماری SPSS (نسخه ۱۶) در سطح احتمال ۵ درصد و آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای تأیید وجود اختلاف بین میانگین‌ها انجام گرفت. منحنی‌های مربوطه با استفاده از نرم افزار Excel 2010 رسم شدند.

نتایج و بحث

ضخامت فیلم‌ها

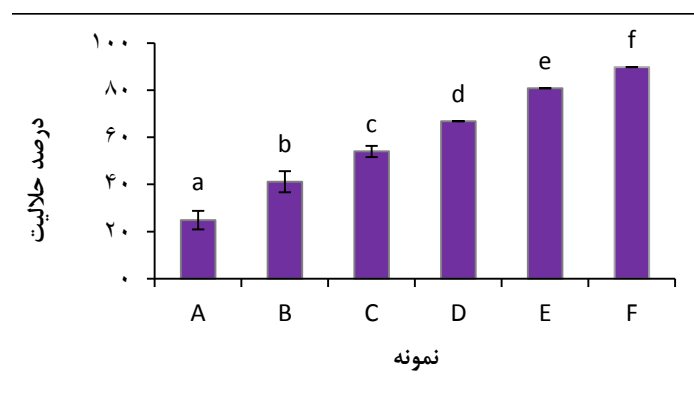
ضخامت همه فیلم‌های ژلاتینی با نرم‌کننده، بین ۰/۰۷-۰/۰۵ میلی‌متر بود. فیلم‌ها شفاف و از سطح یکنواختی برخوردار بودند. همه فیلم‌های با نرم‌کننده انعطاف‌پذیری خوبی داشتند و به آسانی از صفحه پلاستیکی گلاس جدا می‌شدند.

حالیت در آب

استفاده از فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی روی غذاها به عنوان لایه‌های محافظ، بویژه در فرآورده‌هایی با فعالیت آبی بالا (a_w)، جهت مقاومت در برابر آب ضروری است. حالیت از ویژگی‌های مهم فیلم‌های خوراکی است (بامداد و همکاران ۲۰۰۱). در فیلم‌های پروتئینی، ماده خشک محلول در آب احتمالاً توسط مولکول‌های کوچک نظیر پلی‌پپتیدهای کوچک و نرم‌کننده‌ها تشکیل می‌شود (بانکر و همکاران ۲۰۰۱). نتایج مربوط به تأثیر گلیسرول و سوربیتول بر حالیت فیلم‌های ژلاتینی در شکل ۱ آورده شده است. حالیت تیمارهای حاوی سوربیتول (C, D, E, F) بالاتر از تیمار فاقد سوربیتول و حاوی گلیسرول (B) بود ($P < 0.05$). علت این پدیده احتمالاً، به دلیل ساختار

تأثیر ۱/۱-۰/۲٪ گلیسرول بر پایه ژلاتین، مشاهده کردند که با افزایش میزان گلیسرول، حلالیت نیز افزایش یافت. به طوری که فیلم های ژلاتینی حاوی ۱/۱٪ گلیسرول از بیشترین میزان حلالیت آبی (۶۶,۶۳٪) برخوردار بودند.

مشابه نتایج نورحنانی و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی اثر محتوی نرم کننده روی ویژگی های عملکردی فیلم-های مرکب (کامپوزیت ژلاتین تجاری و روغن) بود. آن-ها با مطالعه بر روی فیلم‌های ژلاتینی گاوی تحت



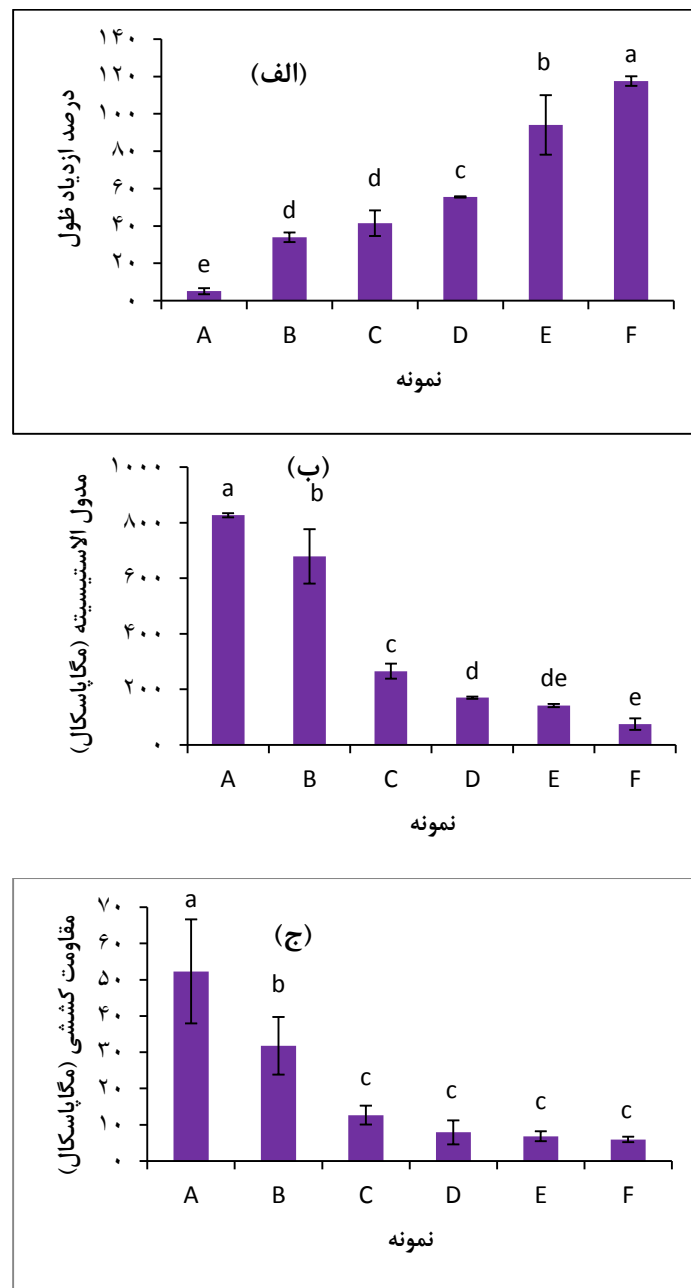
شکل ۱- تأثیر گلیسرول و سوربیتول بر روی حلالیت فیلم ژلاتین

A نمونه فاقد گلیسرول و سوربیتول، B، C، D، E، F نمونه‌های حاوی ۱۰ درصد گلیسرول و به ترتیب ۰، ۰/۲، ۰/۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد سوربیتول بر پایه ژلاتین. حروف مختلف نشان‌دهنده اختلاف معنادار در سطح اطمینان ۹۵ درصد در آزمون دانکن می‌باشند.

همکاران (۲۰۰۷)، به طوری که نمونه حاوی ۱۰ درصد گلیسرول و ۱۰ درصد سوربیتول بر پایه ژلاتین، دارای بیشترین میزان ازدیاد طول تا نقطه پارگی و کمترین مقاومت کششی و مدول الاستیک بود. با نیروی کششی وارد شده بر فیلم های دوخته شده، پارگی در ناحیه دیگری به جز محل دوخت فیلم ها مشاهده شد که نشان دهنده قابلیت بالای دوخت‌پذیری فیلم می‌باشد. مشابه نتایج این تحقیق، رحیمیان (۱۳۹۲) در مورد اثر ریخت-پذیر کننده های مختلف بر خواص مکانیکی و نفوذپذیری به بخار آب فیلم‌های خوراکی بر پایه ژلاتین گزارش داد که در میان فیلم‌های دوخته شده، فیلم ژلاتینی پوست کوسه چانه سفید با بیشترین مقدار گلیسرول، بیشترین میزان ازدیاد طول تا نقطه پارگی به میزان ۱۰۷/۴۸ درصد و همچنین بیشترین میزان مقاومت کششی به میزان ۲۴/۸۸ مگاپاسکال را از خود نشان دادند ($P < 0.05$).

خواص مکانیکی

نتایج مربوط به اثر سوربیتول و گلیسرول بر خواص مکانیکی فیلم‌های دوخته شده در شکل ۲ آورده شده است. به طور کلی عدم حضور نرم‌کننده منجر به شکنندگی فیلم ژلاتین و استحکام کششی بالا شد که نشان‌دهنده میزان بالای پیوندهای هیدروژنی بین زنجیره‌های آن است و بالا بودن مدول یانگ در فیلم ژلاتین بدون حضور نرم‌کننده نیز به علت سختی شبکه و نظم زیاد ساختمانی و جهت‌گیری مولکولی قوی‌تر می‌باشد (سوبرال و همکاران ۲۰۰۱). طبق نتایج به دست آمده با افزایش درصد سوربیتول، میزان مدول الاستیک و مقاومت کششی کاهش یافت در حالی که ازدیاد طول در نقطه پارگی روند رو به افزایش داشت. این پدیده به علت هم‌افزایی اثر نرم کننده‌های سوربیتول و گلیسرول بود. این نرم‌کننده‌ها با کاهش برهم‌کنش بین زنجیره‌های ژلاتین، منجر به افزایش حرکت و سیالیت زنجیره‌ها و در نتیجه انعطاف‌پذیری فیلم‌ها می‌شوند (برگو و



شکل ۲- نتایج مربوط به خواص مکانیکی- تأثیر گلیسرول و سوربیتول بر روی (الف) درصد ازدیاد طول تا نقطه پارگی (ب) مدول الاستیک (ج) مقاومت کششی. A نمونه فاقد گلیسرول و سوربیتول، B، C، D، E و F نمونه‌های حاوی ۱۰ درصد گلیسرول و به ترتیب ۰، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد سوربیتول بر پایه ژلاتین حروف مختلف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد در آزمون دانکن می‌باشند.

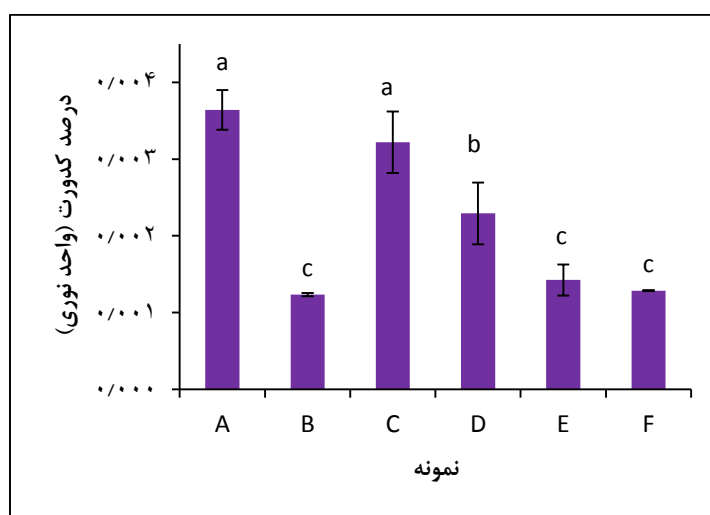
گازها باید از رنگ و جلای مطلوبی برخوردار باشند تا منجر به جذابیت بیشتر ماده غذایی و در نتیجه مشتری گردند. فیلم ژلاتینی نرم شده با گلیسرول (B) از شفافیت بیشتری نسبت به نمونه فاقد نرم‌کننده (A) برخوردار بود که این پدیده احتمالاً به علت ویژگی

کدورت

نتایج مربوط به تأثیر گلیسرول و سوربیتول بر خواص کدورت فیلم‌های ژلاتینی در شکل ۳ آورده شده است. فیلم‌های خوراکی علاوه بر دارا بودن خواص مکانیکی قابل قبول و بازدارندگی مناسب در مقابل رطوبت و

پایه پروتئین عضله تیلاپیا مشاهده کردند که با افزایش غلظت نرم‌کننده شفافیت فیلم افزایش یافت. فیلم‌های نرم شده با سوربیتول در سطوح ۵ تا ۱۰ درصد (F, E, D)، نسبت به فیلم فاقد نرم‌کننده (A) کدورت پایین‌تری را نشان دادند ($P < 0.05$). احتمالاً این پدیده به علت افزایش فاصله بین مولکول‌های پروتئین توسط نرم‌کننده‌ها بود. با اضافه شدن سوربیتول در سطوح ۷/۵ و ۱۰ درصد به فیلم‌های حاوی ۱۰ درصد گلیسرول، تفاوت معنی داری در کدورت آن نسبت به تیمار فاقد سوربیتول مشاهده نشد.

رقیق‌کنندگی گلیسرول مرتبط باشد زیرا گلیسرول یک ماده بی‌رنگ است. نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج پاسچولیک و همکاران (۲۰۰۳) در بررسی اثر گلیسرول روی رنگ و کدورت فیلم‌های پروتئین عضله ماهی تیلاپیا مطابقت داشت. نتایج آن‌ها نشان داد که با افزایش غلظت گلیسرول رنگ و کدورت فیلم‌های پروتئینی کاهش یافت. کدورت فیلم‌ها با افزایش غلظت سوربیتول از ۲/۵ تا ۱۰ درصد کاهش معنی داری یافت. سوبرال و همکاران (۲۰۰۵) با مطالعه روی تأثیر پروتئین و غلظت‌های نرم‌کننده در محلول‌های فیلم بر



شکل ۳- تأثیر سوربیتول و گلیسرول بر روی کدورت (opacity) فیلم ژلاتین. A تیمار فاقد گلیسرول و سوربیتول، B، C، D، E و F نمونه‌های حاوی ۱۰ درصد گلیسرول و به ترتیب ۰، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد سوربیتول بر پایه ژلاتین حروف مختلف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد در آزمون دانکن می‌باشند.

نتیجه گیری

قابلیت دوخت‌پذیری مطلوبی برخوردار بودند. افزایش غلظت سوربیتول مقاومت کششی، مدول الاستیکی و کدورت فیلم‌ها را کاهش و ازدیاد طول در نقطه پارگی را افزایش داد.

فیلم‌های ژلاتینی بدون نرم‌کننده قابلیت انعطاف‌پذیری و دوخت‌پذیری خوبی نداشتند. با افزایش محتوی سوربیتول، فیلم‌های پلاستیکی شده حلالیت بالایی را از خود نشان دادند و تمام نمونه‌های حاوی نرم‌کننده از

منابع مورد استفاده

بدیعی ف و فرهاد ع، ۱۳۸۷. اثر ساختار مولکولی بر خواص گرمایی و جذب آب فیلم‌های نازک ژلاتین. مجله علوم و تکنولوژی پلیمر، شماره ۱. صفحه‌های ۳۴ تا ۲۷.

- رحیمیان م، ۱۳۹۲. اثر ریخت‌پذیر کننده‌های مختلف بر خواص مکانیکی و نفوذپذیری به بخار آب فیلم‌های خوراکی بر پایه ژلاتین. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.
- مشکانی م، مرتضوی ع، میلانی ا و بخشی مقدم ف، ۱۳۹۱. بررسی خصوصیات فیزیکی و بهینه‌سازی فرمولاسیون فیلم خوراکی با استفاده از ایزوله پروتئین نخود، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، شماره ۳۶.
- ASTM, 2002. Standard test method for tensile properties of thin plastic sheeting. Annual book of ASTM standards. Designation D882-02. Philadelphia: *American society for testing materials*.
- Avena-Bustillos RJ, Olsen CW, Olson DA, Chiou B, Yee E, Bechtel PJ, and McHugh TH, 2006. Water vapor permeability of mammalian and fish gelatin films. *Journal of Food Science* 71(4): 202–207.
- Aydinli M, and Tutas M, 2000. Water sorption and water vapor permeability properties of polysaccharide (Locust bean gum) based edible films. *LWT-Food Science Technology* 33: 63-67.
- Bamdad F, Goli AH, and Kadivar M, 2006. Preparation and characterization of proteinous film from lentil (*Lens culinaris*): edible film from lentil (*Lens culinaris*). *Food Research International* 39: 106–111.
- Banker GS, Gore AY, and Swarbrick J, 1966. Water vapor transmission properties of free polymer films. *Journal Pharmacy and Pharmacology* 18: 457–466.
- Bergo P, and Sobral PJA, 2007. Effects of plasticizer on physical properties of pigskin gelatin films. *Food Hydrocolloids* 21: 1285-1289.
- Bertan LC, Tanada-Palmu PS, Siani AC, and Grosso CRF, 2005. Effect of fatty acids and 'Brazilian elemi' on composite films based on gelatin. *Food Hydrocolloids* 19: 73-82.
- Gómez-Estaca J, Montero P, Fernández-Martín F, and Gómez-Guillén MC, 2009. Physico-chemical and film-forming properties of bovine-hide and tuna-skin gelatin: a comparative study. *Journal of Food Engineering* 90: 480- 486.
- Gontard N, Duchez C, Cuq JL, and Guilbert S, 1994. Edible composite films of wheat and lipids: water vapor permeability and other physical properties. *International Journal of Food Science and Technology* 29: 39–50.
- Jongjareonrak A, Rawdkuen S, Chaijan M, Benjakul S, Osako K, and Tanaka M, 2010. Chemical compositions and characterisation of skin gelatin from farmed giant catfish (*Pangasianodon gigas*). *LWT- Food Science and Technology* 43: 161–165.
- Lee KYa, Shim J, and Lee HG, 2004. Mechanical properties of gellan and gelatin composite films. *Carbohydrate polymer* 56: 251-254.
- Mojumdar SC, Moresol C, Simon LC and Legge RL, 2011. Edible wheat gluten (WG) protein films Preparation, thermal, mechanical and spectral properties. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 104: 929-936
- Nur Hanani ZA, Namara J, Roos YH, and Kerry JP, 2013. Effect of plasticizer on the functional properties of extruded gelatin-based composite films. *Food Hydrocolloids* 31:264-269.
- Nemet NT, Šošo VM, and Lazić, VL. 2010. Effect of glycerol content and pH value of film-forming solution on the functional properties of protein-based edible films. *Original Scientific Paper* 41: 57-67.
- Ou SY, Kwok KC, and Kang YJ, 2004. Changes in in vitro digestibility and available lysine of soy protein isolate after formation of film. *Journal of Food Engineering* 64(3): 301–305.
- Paschoalick TM, Garcia FT, Sobral PJA, and Habitante AMQB, 2003. Characterization of some functional properties of edible films based on muscle proteins of Nile Tilapia. *Food Hydrocolloids* 17: 419-427.
- Sobral PJA, Menegalli FC, Hubinger MD, Roques MA, 2001. Mechanical, water vapor barrier and thermal properties of gelatin based edible films . *Food Hydrocolloids* 15: 423-432.
- Sobral PJA, Santos JS, and Garcí'a FT, 2005. Effect of protein and plasticizer concentrations in film forming solutions on physical properties of edible films based on muscle proteins of a Thai Tilapia. *Journal of Food Engineering* 70 (1): 93–100.

- Vanin FM, Sobral PJA, Menegalli FC, Carvalho. RA, and Habitate AMQB, 2005. Effects of plasticizers and their concentrations on thermal and functional properties of gelatin-based films. *Food Hydrocolloids* 899-907.
- Wu HX, Liu CH, Chen JG, Chang PR, Chen Y, Anderson DP, 2009. Structure and properties of starch/ α -zirconium phosphate Nano composite films. *Carbohydrate Polymers* 77: 358–364.
- Yang L, Paulson AT, 2000. Effects of lipids on mechanical and moisture barriers properties of edible gellan flim. *Food Research International* 55: 571-578.

Effect of sorbitol on solubility, heat sewing capability, and opacity of edible films from Bighead Carp fish skin gelatin

Z Raftani Amiri^{1*}, S Kh Hosseini² and A Motamedzadegan¹

Received: June 02, 2015

Accepted: December 14, 2015

¹Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

²MSc Graduated, Department of Food Science and Technology, Amol Islamic Azad University, Amol, Iran

*Corresponding author: Email: zramiri@gmail.com

Abstract

Fish skin is the bio polymer that has excellent film-forming properties. The effect of glycerol and sorbitol on various properties of gelatin films was studied. For this purpose, gelatin was extracted from Big Head Crap (*Hypophthalmichthys nobilis*) fish skin. The aim of this study was to determine the solubility and opacity properties; and heat sewing capability of Big Head crap skin gelatin films. The films were made with 3 g gelatin, 10% glycerol and 0-10% sorbitol based gelatin in 100 ml of distilled water (B, C, D, E, F) and a sample without glycerol and sorbitol (A). The samples were conditioned at 25⁰C and 75±3% relative humidity for two days before analysis. Elongation at break of films increased with increasing plasticizer levels that could be attributed to increase of chain mobility of film matrix. The results showed that by increasing the sorbitol content water solubility increased, and in contrast, tensile strength, elastic modules and opacity of films decreased, significantly. The lowest and highest solubility had been observed in films containing 2.5% and 10% sorbitol based gelatin, respectively. All samples were heat sewing capabilities.

Key words: gelatin film, heat sewing capability, opacity, solubility