تهیه و تعیین برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی فیلم زیست‌تخریب‌پذیر پروتئینی از دانه گاو دانه (*Vicia ervilia*)

اکرم عربستانی[۱*]، مهدی کدیور[۲]، محمد شاهدی[۲]، سید امیر حسین گلی[۳]

۱- دانشجوی دکترای علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۲- استاد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۳- استادیار علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان اصفهان
(تاریخ دریافت: ۹۱/۸/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۲/۳/۸)

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی پتانسیل تهیه یک فیلم زیست تخریب‌پذیر از پروتئین دانه گاودانه و تعیین برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی آن بود. فیلم از کنسانتره پروتئینی دانه گاودانه (۵ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب قلیایی) و گلیسرول (۵۰ درصد وزنی / وزنی کنسانتره پروتئینی) تهیه شد. میزان رطوبت، رنگ، استحکام کششی، کشش پذیری تا نقطه شکست، میزان نفوذپذیری به رطوبت و میزان آبگریزی (هیدروفوبیسیتی) فیلم اندازگیری شد. فیلم پروتئینی گاودانه با میزان رطوبت ۲۷/۶۹٪، استحکام کششی ۵/۰۴ مگاپاسکال و میزان نفوذپذیری به رطوبت ۰/۷۲ (گرم میلی‌متر بر کیلو پاسکال ساعت مترمربع) قابل مقایسه با فیلم‌های پروتئینی دیگر بود اما اندیس‌های قرمزی (a =۲۲/۴۱) و زردی (b =۳۷/۲۰) رنگ و کشش پذیری تا نقطه شکست (۱۱۸٪) آن از دیگر فیلم‌های پروتینی بیشتر به دست آمد. میزان آبگریزی آن (۴۹/۸۳ درجه) در مقایسه با فیلم‌های پروتینی سویا و کازئینات سدیم بیشتر و از برخی فیلم‌های پروتینی مانند فیلم لوبیا قرمز کمتر بود. به طور کلی با توجه به نتایج حاصل به نظر می‌رسد که فیلم پروتئینی حاصل از گاودانه پتاسیل خوبی جهت استفاده در کاربردهای بسته‌بندی دارد.

کلیدواژگان: فیلم زیست تخریب‌پذیر، گاودانه، خصوصیات فیزیکوشیمیایی

* مسئول مکاتبات: arabestaniakram@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-17]

۱- مقدمه

بسته بندی مرحله‌ای ضروری برای حفظ و نگهداری کیفیت و ایمنی مواد غذایی از زمان فرآوری تا مصرف است. تقریبا همه کالاهای مصرفی که روزانه خریداری می‌شوند دارای بسته‌بندی هستند که از جمله دلایل آن حفاظت از آسیب‌های فیزیکی، میکروبی و آلودگی‌ها، امکان اعلام اطلاعات لازم درباره محصول (ترکیب، قیمت، تاریخ تولید و غیره)، سهولت توزیع و انبارداری، ایجاد جاذبه برای فروش یا تبلیغ و تامین راحتی و ایمنی مصرف کننده می‌باشد. مواد زیادی در زمینه بسته‌بندی به کار برده می‌شوند که شامل فلز، شیشه، چوب، کاغذ و به خصوص مواد سنتزی یا ترکیبی از دو یا بیشتر این مواد به عنوان کامپوزیت‌ها می‌باشند [۱] انواع مختلف مواد بسته‌بندی به سه صورت پوشش، فیلم و ظرف مورد استفاده قرار می‌گیرند و به دو دسته سنتزی و زیست تخریب‌پذیر قابل تقسیم هستند [۲،۳]. شناخته شده‌ترین مواد بسته‌بندی که ملاک‌های فوق را برآورده می‌کنند پلی‌اتیلن یا کوپلی‌مرها می‌باشند که بیش از ۵۰ سال است که در صنعت غذا استفاده می‌شوند. این مواد نه تنها ارزان هستند، انعطاف پذیر بوده و موارد مصرف متعددی هم دارند. تولید جهانی مواد بسته‌بندی بیش از ۱۸۰ میلیون تن در سال تخمین زده می‌شود که سالانه نیز رو به افزایش است. در بازار بسته‌بندی پلاستیکی بیشترین رشد مربوط به مواد غذایی است. تخمین زده می‌شود که از ۱۰۰ میلیارد دلار بازار بسته‌بندی در ایالات متحده، ۷۰ درصد آن مربوط به غذا و نوشیدنی‌ها است. به هر حال یکی از محدودیت‌های بسته‌بندی غذا در مواد پلاستیکی این است که این مواد دور ریخته شده و مقدار کمی از آنها بازیافت می‌شوند. طی دهه ۱۹۹۰ کمتر از ۱۰ درصد کل مواد بسته‌بندی پلاستیکی (بدون در نظر گرفتن بطری‌ها) توسط مصرف کنندگان بازیافت شده‌اند [۴]. بدون شک آلودگی های زیست محیطی یکی از مهمترین دغدغه‌های جوامع امروزی در سراسر جهان است. تجمع انواع مواد سنتزی غیر قابل تجزیه به خصوص انواع مختلف مواد بسته‌بندی و ترکیبات مضر ناشی از تجزیه طولانی مدت آنها در طبیعت و نیز تمایل مصرف کنندگان برای غذاهای تازه با ایمنی و کیفیت بالاتر و نیز طبیعی بودن مواد بسته‌بندی غذاها، ذاتاً زیست تخریب‌پذیر وقابل بازیافت شدن نیز مطرح است. از این رو مواد بسته‌بندی جدیدی توسعه یافته که از جمله می‌توان به پلیمرهای زیستی مشتق شده از محصولات مختلف کشاورزی و دریایی اشاره کرد [۲،۴،۵،۶]. در این راستا پلیمرهای زیستی مختلفی مانند پروتئین‌ها، پلی‌ساکاریدها و چربی‌ها به عنوان فیلم استفاده شده‌اند [۶،۵،۲]. از جمله فواید مهم پلیمرهای زیستی علاوه بر زیست تخریب پذیری، امکان انتقال انواعی از افزودنی‌ها مانند عوامل آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی، ویتامین‌ها، فلیورها و رنگ‌ها می‌باشد. گزارشات متعددی در رابطه با استفاده از این افزودنی‌ها در فرمول های بیوپلی‌مرها به منظور افزایش عمر ماندگاری محصولات بسته‌بندی شده در آنها وجود دارد [۷]. از آنجا که فیلم های پروتئینی خصوصیات ممانعتی بهتری در مقابل چربی و اکسیژن در رطوبت نسبی پایین دارند، به طور گسترده‌تری برای تهیه فیلم های خوراکی استفاده می‌شوند [۸]. فیلم‌های پروتئینی از سویا، نخود، عدس، انواع لوبیا و کازئینات سدیم تهیه شده است. این پروتئین‌ها به استثنای کازئینات سدیم که محلول در آب است و با رسوب اسیدی کازئین بدست می‌آید، عمدتا با روش استخراج قلیایی و متعاقب با آن با روش رسوب اسیدی از منبع اولیه جدا و خالص سازی می‌شوند [۸،۹،۱۰،۱۱،۱۲]. در کل فیلم‌های پروتئینی خصوصیات ممانعتی عالی به اکسیژن، چربی و آروما، خصوصیات مکانیکی متوسط و نفوذپذیری زیادی به بخار آب (به دلیل هیدروفیل بودن این ماکرومولکول‌ها) دارند. این خصوصیات با مطالعه ریزساختار فیلم‌ها تعیین می‌شوند که به ساختار پروتئین اولیه و روش مورد استفاده در آزمون بستگی دارد [۷].

خصوصیات عملکردی و مکانیکی فیلم ها به شدت وابسته به ساختار، حساسیت حرارتی و رفتار هیدروفیلی مولکول‌های درگیر درشبکه فیلم است. اضافه کردن نرم کننده به فیلم‌های خوراکی سبب فزایش انعطاف پذیری آنها می‌شود که به علت کاهش نیروهای بین مولکولی و افزایش حرکت زنجیره‌ها می‌باشد. تیمار حرارتی محلول‌های تشکیل دهنده فیلم، قبل از قالب گیری نیز منتهی به بهبود خصوصیات مکانیکی فیلم‌ها و مقاومت بیشتر آنها به رطوبت می‌شود. حرارت بالای۶۰ درجه سانتیگراد و شرایط قلیایی سبب تغییر ساختار سه بعدی پروتئین‌ها از طریق باز شدن زنجیره‌های پلی پپتیدی شده که در نتیجه گروه‌های سولفیدریلی و هیدروفوبی در سطح قرار می‌گیرند. اثرpH مهم تر از دماست زیرا

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-17]

pH بار سطحی پروتئین و درجه دناتوره شدن آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۶].

گاودانه (bitter vetch) گیاهی از بقولات و ماشک‌ها با نام علمی *Vicia ervilia* است. این گیاه یک ساله، علفی، دارای یک ریشه اصلی و تعدادی ریشه‌های فیبری جانبی است. ریشه‌ها دارای گره‌های باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن هستند. بذور آن اغلب چند وجهی می‌باشد. جنس *Vicia* شامل تقریبا ۲۰۰ گونه است که به طور گسترده‌ای در مناطق معتدل جهان پراکنده‌اند. از آن بیشتر به عنوان علوفه و پوشش گیاهی خاک‌های شور استفاده می‌شود [۱۳].

گاودانه از نظر کشت و برداشت محصولی فوق العاده به شمار می‌آید، چرا که در خاک های خیلی سطحی و قلیایی می‌تواند رشد کند. بازده تولید دانه ۲۰۰۰-۵۰۰ کیلوگرم در هکتار در محیطی با بارش ۴۰۰-۳۵۰ میلی‌متر است. در خاک‌هایی با بارش مناسب در اسپانیا، بازده تولید دانه بیش از ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است. گاودانه منبعی ارزان از پروتئین و انرژی است و دانه‌ها حاوی بیش از ۲۸/۵ درصد پروتئین (تقریباً ۲/۵ برابر دانه های غلات)، ۱۸/۱۹ مگاژول بر کیلوگرم انرژی هستند. در دانه‌های خام برخی فاکتورهای ضد تغذیه ای مانند ال-کاناوانین (L-canavanine) ، هماگلوتنین، بازدارنده‌های پروتئازی وتانن‌ها وجود دارد، همین امر سبب ایجاد محدودیت در مصرف این دانه‌ها به صورت خام به شمار می‌رود، بنابراین حذف یا کاهش فاکتورهای ضدتغذیه‌ای به منظور بهبود کیفیت تغذیه‌ای و استفاده موثر از دانه گاودانه، ضروری است [۱۴].

علیرغم تحقیقات زیاد انجام شده در زمینه فیلم‌های خوراکی/ زیست تخریب‌پذیر پروتئینی، گزارشی در رابطه با تهیه فیلم از پروتئین دانه گاودانه وجود ندارد. از این رو هدف این تحقیق، تهیه و تعیین برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی به ویژه اندازه-گیری میزان آبگریزی (هیدروفوبیسیتی) فیلم پروتئینی از پروتئین دانه گاودانه به منظور بسته‌بندی مواد غذایی بود.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد

دانه گاودانه گونه *Vicia ervilia* از مغازه‌ای محلی در اصفهان تهیه شد. مواد شیمیایی و حلال‌های مورد استفاده در این تحقیق شامل هیدروکسید سدیم، اسیدکلریدریک (۳۷٪) و گلیسرول (تقریبا ۸۷٪) از شرکت مرک آلمان خریداری شدند.

این تحقیق به طور کلی در دو مرحله انجام شد:

مرحله اول: در این مرحله، ابتدا پروتئین از دانه گاودانه استخراج و سپس فیلم آن تهیه شد.

استخراج پروتئین: ابتدا دانه‌های گاودانه آسیاب شده و سپس در آب مقطر قلیایی (pH=۱۱) با نسبت ۱ به ۱۰ وزنی- حجمی خیسانده شدند. مخلوط به مدت ۱ ساعت به هم زده شد (IKA® RH basic 2, Germany) تا پروتئین به صورت کاملا محلول درآمده و از ترکیبات غیر پروتئینی جدا شود، سپس مخلوط در ۳۲۰۰g به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ (Sigma 2-16, Germany)شد. بعد از آن سوپرناتانت جمع آوری شده و pH آن با HCl ۰/۱ نرمال به ۵/۴ رسانده شد، مجدداً سانتریفوژ انجام گرفته و رسوبات حاصل در شرایط خلأ در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد خشک شد. از روش کلدال برای تعیین و اندازه‌گیری مقدار پروتئین استفاده و عدد بدست آمده در ۶/۲۵ ضرب شد [۱۵].

برای تهیه فیلم، کنسانتره یا ایزوله پروتئینی بدست آمده از مرحله قبل به نسبت ۵ گرم در ۱۰۰cc آب مقطر با هم زدن ثابت حل و بعد گلیسیرین به نسبت ۵۰ درصد (وزنی-وزنی پروتئین) اضافه شد. pH محلول با استفاده از NaOH ۱ نرمال روی ۱۱ تنظیم و در حمام آب ۸۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۰ دقیقه حرارت داده شد. پس از عبور آن از یک پارچه نازک به منظور حذف حباب-های هوا در نهایت به صورت یک لایه نازک و یکنواخت روی شیشه‌ای با پوشش تفلون (۳۰*۳۰ سانتی‌متر) قرار داده شد. از آون با دمای۶۰ درجه سانتیگراد برای خشک کردن فیلم استفاده شد. بعد از خشک شدن، فیلم را برداشته و آزمایشات لازم روی آن انجام گرفت [۸].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-17]

مرحله دوم: در این مرحله آزمایشات لازم روی فیلم تهیه شده در مرجله اول انجام گرفت.

۲-۲- ضخامت

ضخامت فیلم‌های تهیه شده با استفاده از میکرومتر(Electronic digital micrometer, DC- 516, sensitivity 0.001 mm) اندازه‌گیری شد. حداقل ۵ نقطه متفاوت فیلم مورد اندازه-گیری قرار گرفته و میانگین اعداد به دست آمده گزارش شد.

۲-۳- مشروط کردن

مشروط کردن فیلم‌ها در رطوبت نسبی ۵۰ درصد و در دمای C° ۲۵ با قرار دادن فیلم در دسیکاتور، بالای محلول اشباع نیترات منیزیوم با ۶ مولکول آب به مدت ۴۸ ساعت انجام گرفت.

۲-۴- سنجش رنگ

پارامترهای رنگ (L, a, b) فیلم با استفاده از سیست هانتر لب و با دستگاه تکس فلش (Data color, US) اندازه‌گیری شد.

۲-۵- میزان رطوبت

فیلم‌ها در ظروف آلومینیومی قرار داده شده و در۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت در آون خشک شدند. میزان رطوبت با توجه به تفاوت وزن اولیه و نهایی و نیز وزن اولیه نمونه‌ها محاسبه شد.

۲-۶- اندازه‌گیری خصوصیات مکانیکی

خصوصیات مکانیکی نمونه‌ها مانند استحکام کششی (Tensile strength) و کشش پذیری تا نقطه شکست (Elongation to break) با استفاده از یک دستگاه آنالیز کننده خصوصیات بافتی (zwick 1446-60, Germany) مورد ارزیابی قرار گرفتند به این صورت که نوارهایی از فیلم‌ها با طول ۱۲ سانتی‌متر و عرض ۲/۵ سانتی متر تهیه و ضخامت آنها با میکرومتر در نقاط مختلف اندازه‌گیری شد (میانگین ضخامت‌های اندازه‌گیری شد ه در نظر گرفته شد). نوارهای تهیه شده بین دو فک بالا و پایین دستگاه قرار داده شد. فاصله بین دو فک ۵ سانتی‌متر و سرعت دستگاه ۱ میلی‌متر بر ثانیه بود [۱۶].

از فرمول‌های زیر برای محاسبه استحکام کششی (TS) و کشش پذیری تا نقطه شکست (EB) استفاده شد.

$TS= F_{max}/A$

F_{max}= بیشینه نیروی وارد شده (بر حسب نیوتن)

A= سطح مقطع ٠بر حسب مترمربع)

$EB= \Delta l/l_0 *100$

Δl= تغییر طول

l_0= طول اولیه

۲-۷- اندازه‌گیری نفوذ پذیری به بخار آب

نفوذپذیری به بخار آب با روش Ou و همکاران (۲۰۰۴)انجام گرفت، به طور خلاصه یک ظرف استیل با قطر و عمق مشخص استفاده و بعد از قرار دادن ۳ گرم کلرور کلسیم در ظرف، درب آن با فیلم پروتئینی کاملا پوشانده شد. ظرف ها با محتوای آنها وزن و در دسیکاتور در دمای C° ۲۵ قرار داده شدند (۱ لیتر آب خالص برای تأمین رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد در کف دسیکاتور ریخته شد). ظرف ها هر ۲۴ ساعت وزن و این کار به مدت چند روز تا یک هفته ادامه یافت. بخار آب انتقال یافته از طریق فیلم‌ها با وزن بدست آمده از فیلم‌ها تعیین و میزان نفوذ بخارآب با روش Kaya و Kaya (۲۰۰۰) محاسبه شد [۱۸،۱۷].

۲-۸- اندازه‌گیری میزان آبگریزی (هیدروفوبیسیتی)

میزان آبگریزی (هیدروفوبیسیتی) فیلم با اندازه‌گیری زاویه تماس (contact angle) با دستگاه گونیومتر (Kruss G10, Germany) ارزیابی شد به این صورت که سرنگ مخصوص دستگاه با ۵ میلی‌لیتر آب مقطر پر و یک قطره آب روی سطح فیلم قرار داده شد. با استفاده از یک image analyzer زاویه تشکیل شده بین قطره آب و سطح نمونه فیلم اندازه‌گیری شد [۱۹]. این اندازه‌گیری در نقاط مختلف سطح فیلم انجام و میانگین حداقل ۵ اندازه‌گیری گزارش شد. برای اندازه‌گیری زاویه تماس از فرمول زیر استفاده می شود [۲۰]:

Static contact angle = θ(◦) = 2arctg (2 H/W)

H ارتفاع قطره و W عرض سطح جامد-مایع می باشد. برای استفاده از این روش قطره آب که روی سطح جامد قرار می گیرد باید ۵ میکرولیتر و تصاویر باید در عرض ۵ ثانیه گرفته شوند.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-17]

۲-۹- تجزیه و تحلیل داده‌ها

آزمایشات (به استثنای اندازه‌گیری میزان آبگریزی با حداقل ۵ تکرار) با سه تکرار انجام و میانگین و انحراف معیار داده‌های به دست آمده با Microsoft Excel محاسبه شد.

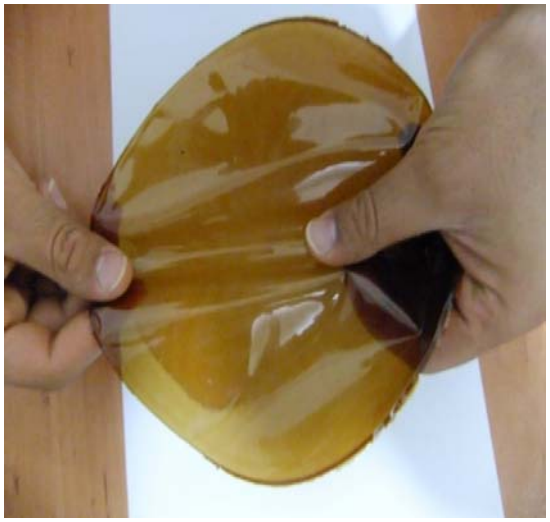
۳- نتایج و بحث

میزان پروتئین آرد دانه گاودانه و کنسانتره پروتئینی آن به ترتیب ۲۷/۶۲ و ۸۶/۴۵ براساس وزن خشک به دست آمد. در تحقیقات دیگر نیز میزان پروتئین دانه گاودانه در محدوده ۲۰/۱ تا ۳۲٪ براساس وزن خشک گزارش شده است [۲۱]. میزان پروتئین گاودانه قابل مقایسه با پروتئین نخود(۲۷٪) و بیشتر از عدس ۲۳/۳۲ ٪ می‌باشد [۱۰،۸]. میزان پروتئین کنسانتره تهیه شده نیز نشان می‌دهد که pH های انتخاب شده در مرحله استخراج پروتئین از دانه‌های آسیاب شده گاودانه نیز در محدوده مناسبی بوده‌اند و حتی با اندکی خالص سازی می‌توان به راحتی میزان پروتئین آن را به بالای ۹۰٪ رساند و ایزوله پروتئینی به دست آورد. با توجه به عوامل محدود کننده تغذیه‌ای که در دانه گاودانه وجود دارد [۱۴] و با توجه به مقدار پروتئین نسبتا بالای آن در مقایسه با سایر منابع گیاهی، این دانه پتانسیل بسیار خوبی برای تهیه فیلم‌های پروتئینی دارد. در شکل ۱ تصویری از دانه‌های گاودانه مورد استفاده در تهیه فیلم پروتئینی آورده شده است.

شکل ۱ تصویری از دانه‌های گاودانه مورد استفاده در این تحقیق

۳-۱- سنجش رنگ

با توجه به اندیس‌های رنگ (۰=سیاه و ۱۰۰=سفید) L، (سبز =- a، قرمز =+a) a و (آبی =-b ، زرد =+b) b، فیلم‌های حاصله با اندیس L، a و b ۳۲/۴۳، ۲۲/۴۱ و ۳۷/۲۰ (به ترتیب) قرمز تا قهوه‌ای روشن بودند. در مقایسه با سایر فیلم‌های پروتئینی مانند عدس، فیلم‌های گاودانه اندیس‌های L، a و b بیشتری داشتند و در مقایسه با فیلم سویا، اندیس L به مراتب کمتر و اندیس‌های a و b بیشتری را نشان دادند (۸،۹). مشخص شده که رنگ فیلم علاوه بر طبیعت ماده مورد استفاده، تحت تاثیر دما و pH نیز قرار می‌گیرد. هر چه دما و pH بالاتر باشد فیلم‌های حاصله تیره‌تر خواهند بود زیرا حلال‌های قلیایی نسبت به سایر حلال‌ها، رنگدانه‌ها را بیشتر استخراج می‌کنند (۸). طبیعی است هر چه دما بالاتر باشد، سرعت و شدت استخراج رنگدانه‌ها نیز بیشتر خواهد بود. البته باید توجه داشت که رنگ فیلم عامل مهمی در کاربرد آن به شمار می‌آید. رنگ نسبتا تیره فیلم حاصل از گاودانه نشان می‌دهد که این فیلم برای بسته‌بندی موادی که نسبت به نور حساس هستند مناسب می‌باشد. در شکل ۲ نمونه‌ای از فیلم تهیه شده از پروتئین دانه گاودانه قابل مشاهده است.



شکل ۲ نمونه‌ای از فیلم تهیه شده از پروتئین‌های دانه گاودانه

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-17]

۳-۱- میزان رطوبت

میزان رطوبت فیلم‌ها پس از خشک شدن و مشروط شدن ۲۷/۶۹ ٪ بود. در تحقیقات دیگر نیز میزان رطوبت‌های مختلفی برای فیلم‌های تهیه شده از منابع گوناگون به دست آمده است. به عنوان مثال رطوبت ۲۴/۵٪ برای فیلم لوبیا قرمز [۱۱] و ۲۳/۱۵٪ برای فیلم عدس [۸] گزارش شده است. عواملی مانند دما، زمان و سایر شرایط خشک کردن و مشروط کردن می‌تواند روی رطوبت نهایی فیلم‌ها تاثیر گذار باشد.

۳-۳- خصوصیات مکانیکی

از جمله خصوصیات مکانیکی مهم فیلم‌های خوراکی می‌توان به استحکام کششی و کشش پذیری تا نقطه شکست اشاره کرد. استحکام کششی، حداکثر استرس وارد به فیلم، طی یک تست کششی را بیان می کند و استحکام کششی مناسب، یکپارچگی فیلم و عاری بودن آن از نقایصی مانند وجود حباب-های ریز هوا، سوراخ و یا شکاف که خصوصیات ممانعتی را تحت تأثیر قرار می‌دهند، را نشان می‌دهد. درصد افزایش طول تا شکست نیز نشان دهنده قابلیت فیلم برای کشش است [۱۷].

استحکام کششی فیلم‌های حاصله از کنسانتره پروتئنی گاودانه ۵/۰۴ مگاپاسکال و درصد کشش پذیری آنها ۱۱۸/۴۹٪ به دست آمد که در مقایسه با فیلم‌های پروتئینی تهیه شده از سایر منابع گیاهی و با در نظر گرفتن ضخامت آنها، استحکام مکانیکی و درصد کشش پذیری بالاتری را نشان می‌دهد. به عنوان مثال برای فیلم عدس با ضخامت ۰/۱۵۵ میلی‌متر استحکام کششی ۴/۲۴ مگاپاسکال و درصد کشش پذیری ۵۸/۲۲٪ [۸]، برای فیلم لوبیا قرمز با ضخامت ۰/۰۸۴ میلی‌متر استحکام کششی ۱/۲۷ مگاپاسکال و درصد کشش پذیری ۸۴/۴٪ [۱۱] و برای فیلم نخود با ضخامت ۴/۶۵ میلی‌متر استحکام کششی ۷/۳۲ مگاپاسکال و درصد کشش پذیری ۴۶/۸٪ گزارش شده است [۱۰].

برای اصلاح خصوصیات مکانیکی فیلم‌های بیوپلی‌مری اغلب از نرم کننده‌ها استفاده می شود که معمول‌ترین آنها، مونو، دی و االیگو ساکاریدها، چربی ها و مشتقاتشان هستند [۸]. نرم کننده ها سبب افزایش کشش پذیری فیلم‌ها و کاهش تردی و شکنندگی آنها می‌شوند ولی اغلب استحکام کششی را کاهش می‌دهند. در تعیین خصوصیات مکانیکی علاوه بر نوع و درصد نرم کننده عوامل دیگری نیز موثر هستند که از جمله می‌توان به منبع پروتئینی مورد استفاده، میزان خلوص آن، دما و زمان اعمال شده در تهیه فیلم اشاره کرد. به این ترتیب که هر چه درصد پروتئین و خلوص آن بیشتر باشد خصوصیات مکانیکی به ویژه استحکام آن افزایش می‌یابد. دما نیز به دلیل ایجاد دناتوراسیون حرارتی سبب ایجاد اتصالات عرضی کووالانسی در شبکه پروتئینی می‌شود و در نتیجه می‌تواند استحکام مکانیکی را افزایش دهد. بدیهی است هر چه ضخامت فیلم تهیه شده بیشتر باشد خصوصیات مکانیکی آن نیز بهتر خواهد بود. به عنوان مثال همان طور که قبلا اشاره شد فیلم نخود به دلیل ضخامت بیشتر استحکام کششی بیشتری نسبت به سایر فیلم‌ها داشته است [۱۰]. به طور کلی فیلم هایی که استحکام مکانیکی و کشش پذیری بالایی دارند، فیلم‌های مناسبی برای بسته‌بندی مواد غذایی هستند [۲۲].

۳-۴- نفوذپذیری به رطوبت

میزان نفوذپذیری فیلم حاصل از کنسانتره پروتئینی دانه گاودانه را به رطوبت ۰/۷۲ (گرم میلی‌متر بر کیلو پاسکال ساعت مترمربع) به دست آمد که در مقایسه با فیلم عدس با ضخامت ۰/۱۵۵ میلی‌متر و نفوذپذیری ۱/۱۲ و نخود با ضخامت ۴/۶۵ میلی‌متر و نفوذپذیری ۴/۱ [۱۰،۸] کمتر و در مقایسه با فیلم لوبیا قرمز با ضخامت ۰/۰۸۴ میلی‌متر و نفوذپذیری ۰/۶۳ (گرم میلی‌متر بر کیلو پاسکال ساعت مترمربع) [۱۱] اندکی بیشتر است. میزان نفوذپذیری به رطوبت یکی از خصوصیات بسیار مهم فیلم‌های زیست تخریب‌پذیر است. از آنجا که این فیلم‌ها معمولا از جنس پروتئین یا پلی‌ساکارید هستند به دلیل وجود گروه‌های هیدروکسیل آزاد، پتانسیل بالایی جهت واکنش با آب و جذب رطوبت دارند. در واقع پروفیل اسیدهای آمینه منبع پروتئینی مورد استفاده برای تهیه فیلم، یکی از عوامل بسیار مهم در تعیین این خاصیت به شمار می‌رود، به این ترتیب که زئین ذرت که اسیدهای آمینه آبگریز بیشتری دارد نفوذپذیری کمتری هم به جذب رطوبت از خود نشان می‌دهد. در حالی که مطابق با مطالعات قبلی انجام شده [۱۴] اسیدهای آمینه غالب در پروتئین استخراجی از دانه گاودانه، اسیدهای آمینه اسیدی و بازی هستند که به دلیل وجود گروه‌های واکنش‌پذیر، تمایل زیادی به جذب

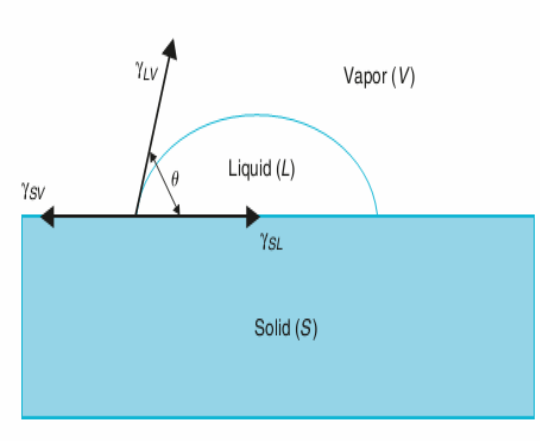
[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-17]

رطوبت از خود نشان می‌دهند. از طرفی همان طور که اشاره شد به منظور بهبود خصوصیات مکانیکی فیلم‌ها از نرم کننده‌ها استفاده می‌شود که این نرم کننده‌ها نیز اکثرا آبدوست هستند و میزان نفوذپذیری فیلم به رطوبت را افزایش می‌دهند

فیلم‌های زیست تخریب پذیر در مقایسه با انواع فیلم‌های سنتزی از میزان نفوذپذیری بالایی به رطوبت برخوردارند و در واقع این مورد، یکی از نقاط ضعف عمده آنها به شمار می‌رود. البته اخیرا تحقیقات بسیار گسترده‌ای به منظور بهبود این خاصیت انجام شده و نیز در حال انجام است.

۳-۵-میزان آبگریزی (هیدروفوبیسیتی)

در این تحقیق میزان آبگریزی (هیدروفوبیسیتی) فیلم تهیه شده با اندازه‌گیری زاویه تماس ارزیابی شد. زاویه‌ای که از تقاطع دو خط مورب به سطح مایع و جامد در محل تماس با هوا تشکیل می‌شود به عنوان زاویه تماس در نظر گرفته شده و ملاکی از میزان آبگریزی سطح مورد مطالعه می‌باشد (شکل ۳). برخی از محققین سطوح را بر اساس اندازه زاویه تماس به سه دسته تقسیم می‌کنند. اگر زاویه تماس کمتر از ۳۰ درجه باشد مایع مورد نظر (آب) سطح را کاملا مرطوب و سطح نم‌پذیر خواهد بود. اگر زاویه بین ۳۰ تا ۸۹ درجه باشد سطح به طور نسبی نم‌پذیر است و اگر زاویه بیشتر از ۹۰ درجه باشد سطح آبگریز در نظر گرفته می‌شود [۲۳] . با توجه به میانگین زاویه به دست آمده در این تحقیق (۴۹/۸۳ درجه)، فیلم مورد نظر در دسته دوم (نسبتا نم-پذیر) قرار می‌گیرد. فیلم تهیه شده از پروتئین گاودانه در مقایسه با سایر فیلم‌های پروتئینی مانند سویا و کازئینات سدیم (با میزان آبگریزی ۳۵/۳ و ۲۳ درجه به ترتیب) میزان آبگریزی بیشتری را نشان می‌دهد [۲۵،۲۴]. اما آبگریزی آن در مقایسه با فیلم لوبیا قرمز (۸۵ درجه) به مراتب کمتر است [۱۱]. میزان آبگریزی یکی از خصوصیات بسیار مهم فیلم‌های پروتئینی به شمار می‌رود که به طور عمده به نوع و درصد اسیدهای آمینه درگیر در تشکیل شبکه پروتئینی بستگی دارد. هرچه درصد اسیدهای آمینه آبگریز که در تشکیل شبکه پروتئینی شرکت دارند و نسبت آنها در مقایسه با اسیدهای آمینه آبدوست بیشتر باشد میزان آبگریزی سطحی فیلم بیشتر خواهد بود. همان طور که قبلا اشاره شد اسیدهای آمینه غالب در پروتئین استخراجی از دانه گاودانه، اسیدهای آمینه اسیدی و بازی هستند که به دلیل وجود گروه‌های واکنش‌پذیر، تمایل زیادی به جذب رطوبت از خود نشان می-دهند. شرایط انجام واکنش نیز از دیگر عوامل مهم تاثیر گذار بر خاصیت آبگریزی فیلم‌ها به شمار می‌رود. انتخاب دما، زمان و pH مناسب در مراحل تهیه فیلم سبب می‌شود تا گروه‌های آبگریز (هیدروفوبی) موجود، بیشتر در معرض سطح قرارگرفته و در نتیجه میزان آبگریزی سطحی فیلم تشکیل شده افزایش یابد. البته باید توجه داشت که نوع و مقدار نرم کننده‌ای که به منظور بهبود خواص مکانیکی فیلم‌ها استفاده می‌شود نیز بر میزا ن آبگریزی آنها موثر است و اغلب به دلیل آبدوست بودن (به استثنای ترکیبات چرب) سبب کاهش خاصیت آبگریزی فیلم‌ها می‌شوند. به هرحال میزان آبگریزی، یکی ازخواص بسیار مهم فیلم‌های زیست تخریب‌پذیر به ویژه فیلم‌های پروتئینی به شمار می‌رود و با انتخاب شرایط بهینه واکنش و انجام تیمارهای خاص می‌توان آن را بهبود بخشید.



شکل ۳ تصویر شماتیک زاویه تماس [۲۰]

γ_{SV}: کشش سطحی جامد-گاز

γ_{LV}: کشش سطحی مایع-گاز

γ_{SL}: کشش سطحی جامد-مایع

۴- نتیجه گیری

با توجه به درصد نسبتا بالای پروتئین دانه گاودانه و محدودیت‌هایی که در مصرف آن به دلیل وجود عوامل ضد تغذیه‌ای وجود دارد و نیز قیمت پایین آن در مقایسه باسایر منابع

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-17]

پروتئینی (به استثنای ضایعات)، پتانسیل بسیار خوبی برای تهیه فیلم یا حتی ظرف‌های زیست تخریب‌پذیر دارد. از طرفی برخی خصوصیات آن مانند کشش‌پذیری تا نقطه شکست از دیگر فیلم-های پروتئینی به مراتب بیشتر است، ضمن آن که رنگ نسبتا تیره‌ای هم داشته و در نتیجه مقاومت بیشتری در مقابل عبور نور از خود نشان می‌دهد که بسته به نوع ماده غذایی می‌توانند فاکتورهای مثبتی در بسته‌بندی به شمار آیند. مطابق با نتایج به دست آمده از میزان نفوذپذیری به رطوبت و درجه آبگریزی، این فیلم نیز همانند بسیاری از فیلم‌های پروتئینی دیگر به جذب رطوبت حساس است که البته با انجام تیمارهای خاص می‌توان این خصوصیات را بهبود و دامنه کاربرد فیلم مورد نظر را نیز افزایش داد.

۵- منابع

[1] Davis, G and Song, J. H. 2006. Biodegradable packaging based on raw materials from crops and their impact on waste management. *Industrial Crops and Products*. 23: 147-161.

[2] Atarés, L., De Jesus, C., Talens, P. and Chiralt, A. 2010. Characterization of SPI-based edible films incorporated with cinnamon or ginger essential oils. *Journal of Food Engineering*. 99: 384–391.

[3] Ou, S., Wang, Y., Tang, S., Huang, C. and Jackson, M.G. 2005. Role of ferulic acid in preparing edible films from soy protein isolate. *Journal of Food Engineering*. 70: 205–210.

[4] Cutter, C. N. 2006. Opportunities for bio-based packaging technologies to improve the quality and safety of fresh and further processed muscle foods. *Meat Science*. 74: 131-142.

[5] Lee, J-W., Son, S-M. and Hong, S-I. 2008. Characterization of protein-coated polypropylene films as a novel composite structure for active food packaging application. *Journal of Food Engineering*. 86: 484–493.

[6] Popovic, S., Pericin, D., Vastag, Z., Popovic, L. and Lazic, V. 2011. Evaluation of edible film-forming ability of pumpkin oil cake; effect of pH and temperature. *Food Hydrocolloids*. 25: 470-476.

[7] Salgado, P.R., Molina Ortiz, S.E., Petruccelli, S. and Mauri, A.N. 2010. Biodegradable sunflower protein films naturally activated with antioxidant compounds. *Food Hydrocolloids*. 24: 525–533.

[8] Bamdad, F., Goli, A.H. 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.

[9] Rhim, J. W., Gennadios, A., Weller, C. L., Cazeirat, C., & Hanna, M. A. (1998). Soy protein isolate-dialdehyde starch films. *Industrial Crops and Products*. 8: 195–203.

[10] Choi, W. S. and Han, J. H. 2001. hysical and mechanical properties of pea-protein-based edible films. *Journal of Food Science*. 66: 319-322.

[11] Tang, C.H., Xiao, M-L., Chen, Z., Yang, X-Q., 2011. Properties of transglutaminase-treated red bean protein films. *Journal of Applied Polymer Science*. 122: 789-797.

[12] Atarés, L., Bonilla, J. and Chiralt, A. 2010. Characterization of sodium caseinate-based edible films incorporated with cinnamon or ginger essential oils. *Journal of Food Engineering*. 100: 678–687.

[13] Piergiovanni, A.R. and Taranto, G. 2005. Specific differentiation in *Vicia* genus by means of capillary electrophoresis. *Journal of Chromatography A*. 1069: 253–260.

[14] Sadeghi, GH., Pourreza, J., Samei, A. and Rahmani, H. 2009. Chemical composition and some anti-nutrient content of raw and processed bitter vetch (*Vicia ervilia*) seed for use as feeding stuff in poultry diet. *Tropical Animal Health and Production*. 41: 85–93.

[15] Monsoor, M.A. and Yusuf, H.K.M. 2002. In vitro protein digestibility of lathyrus pea (*Lathyrus satirus*), lentil (*Lens culinaris*), and chickpea (*Cicer arietinum*). *International Journal of Food Science and Technology*. 37: 97–99.

[16] Siripatrawan, U. and Harte, B.R. 2010. Physical properties and antioxidant activity of an active film from chitosan incorporated with green tea extract. *Food Hydrocolloids*. 24: 770-775.

[17] Kaya, S. and Kaya, A. 2000. Microwave drying e.ects on properties of whey protein isolate edible films. *Journal of Food Engineering*. 43: 91-96.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-17]

[18] Ou, S., Kwok, K.C. and Kang, Y. 2004. Changes in in vitro digestibility and available lysin of soy protein isolate after formation of film. *Journal of Food Engineering*. 64: 301–305.

[19] Ghasemlou, M., Khodaiyana, F., Oromiehie, A.R. and Yarmand, M.S. 2011. Characterization of edible emulsified films with low affinity to water based on kefiran and oleic acid. *International Journal of Biological Macromolecules*. 49: 378–384.

[20] Han, J.H. 2005. Surface chemistry of food, packaging and biopolymer materials. In: Innovations in Food Packaging. Oxford, UK. Elsevier Academic Press. 45-52.

[21] Pastor-Cavada, E., Juan, R., Pastor, J. E., Alaiz, M. and Vioque, J. 2011. Nutritional characteristics of seed proteins in 28 Vicia species (Fabacease) from southern spain. *Journal of Food Science*. 76: 1118-1123.

[22] Ghanbarzadeh, B. and Oromiehi, A.R. 2008. Biodegradable biocomposite films based on whey protein and zein: Barrier, mechanical properties and AFM analysis. *International Journal of Biological Macromolecules*. 43: 209–215.

[23] Mayer, D. 1999. Wetting and spreading. In surfaces and colloids: principles and applications, second edition (pp 415-435), John Wiley and Sons, Inc.

[24] Tang, C.H., Jiang, Y., Wen, Q.B. and Yang, X.Q. 2005. Effect of transglutaminase treatment on the properties of cast films of soy protein isolates. *Journal of Biotechnology*. 120: 296-307.

[25] Tang, C.H. and Jiang, Y. 2007. Modulation of mechanical and surface hydrophobic properties of food protein films by transglutaminase treatment. *Food Research International*. 40: 504-509.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-17]

Preparation and determination of some physicochemical properties of biodegradable proteinous film from bitter vetch (*Vicia ervilia*) seed

Arabestani, A. [1*], Kadivar, M. [2], Shahedi, M. [2] , Hossein Goli, S. A.[3]

1. PhD Student of Food Science and Technology, Department of Food Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
2. Professors of Food Science and Technology, Department of Food Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
3. Assisttant Professor of Food Science and Technology, Department of Food Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

(Received: 91/8/16 Accepted: 92/3/8)

This work was aimed to investigate the potential preparation of an biodegradable film preparation from bitter vetch seed protein and determine some of its physicochemical properties. The film was cast from bitter vetch protein concentrate (BPC) (5 g/ 100 ml alkaline water) and glycerol (50% w/w of BPC). The moisture content (MC), color, tensile strength (TS), elongation to break (EB), water vapor permeability (WVP) and surface hydrophobicity of the film were measured. The film with MC of 27.69%, TS 5.04 MPa and WVP 0.72 (gmm/KPa.h.m^2) ws comparable with other protein films but its red and yellow indices in color (a=22.41 and b=37.20) and EB were higher than other protein based-films. Its surface hydrophobicity (49.83°) was higher than that of soy and sodium caseinate protein films and lower than red bean protein film. In general, according to the results, it seems that the film obtained from BPC has a good potential to be used in packaging applications.

Keywords: Biodegradable film, Bitter vetch, Physicochemical properties

* Corresponding Author E-Mail Address: arabestaniakram@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-17]