نشریه فن‌آوری نوین در توسعه آبزی‌پروری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر/ ISSN: 2008-0026 سال نهم، شماره چهارم، زمستان ۹۴ / صفحات: ۸-۱

تأثیر اسانس مریم‌گلی (*Salvia officinalis*) بر خصوصیات فیلم نانوکامپوزیت کیتوزان/ کتیرا به‌عنوان پوششی برای نگه‌داری محصولات شیلاتی

***فاطمه شریعتمداری[۱]، سیدمهدی اجاق[۲]، مهدی عبداللهی[۳] و افشین عادلی[۲]**

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

[۲]گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]دانشجوی دکتری دانشگاه تربیت مدرس، نور

تاریخ دریافت: ۹۳/۶/۱۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۶/۲۶

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی اثر افزودن مقادیر مختلف اسانس مریم‌گلی بر خواص فیزیکی و ظاهری فیلم زیست تخریب‌پذیر کیتوزان- کتیرا- نانورس صورت پذیرفت. نانوکامپوزیت کیتوزان- کتیرا- نانورس با افزودن اسانس مریم‌گلی در سه غلظت ۱، ۱/۵، ۲ درصد به کمک روش همزدن حلالی تهیه گردید. درصد رطوبت و ویژگی‌های ظاهری شامل ویژگی‌های رنگ، کدورت و انتقال نور فیلم‌ها مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد افزودن اسانس رطوبت فیلم‌ها تغییر معنی‌داری در درصد رطوبت فیلم‌ها ایجاد نکرد. کدورت فیلم‌ها با افزایش مقادیر اسانس افزایش یافت. به‌طوری‌که بیش‌ترین کدورت مربوط به نانوکامپوزیت حاوی ۲ درصد اسانس مریم‌گلی بود. همچنین میزان جذب UV در فیلم‌های حاوی اسانس افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: نانوکامپوزیت، محصولات شیلاتی، اسانس مریم‌گلی

مقدمه

موادی که برای بسته‌بندی مواد غذایی به‌کار می‌روند از آلاینده‌های محیط زیست هستند. پلاستیک‌ها با منشاء مواد نفتی مثل پلی‌اولفین‌ها، پلی‌استرها و پلی‌آمیدها به‌علت در دسترس بودن در مقادیر زیاد و قیمت پایین و ویژگی کاربردی مطلوب به‌طور گسترده به‌عنوان مواد بسته‌بندی به‌کار می‌روند؛ اما چنین ترکیباتی کاملاً زیست تخریب‌ناپذیرند و منجر به آلودگی محیط زیست می‌شوند (Tharanathan و Kittur، ۲۰۰۳). جایگزین کردن سیستم‌های جدید می‌تواند برای همه مصرف‌کنندگان و حتی تولیدکنندگان مهم‌ترین هدف به‌شمار آید. اگرچه جایگزینی تمام پلاستیک‌های سنتزی با مواد زیست تخریب‌پذیر برای مواد غذایی با ماندگاری طولانی مدت امکان‌پذیر نیست اما این جایگزینی برای حداقل برخی کاربردهای خاص مفید است و به جلوگیری از تحلیل منابع نفتی کمک می‌کند. امروزه مطالعات گسترده‌ای درباره فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی بر پایه پلی‌ساکاریدها، پروتئین و لیپید و یا ترکیبی از آن‌ها صورت گرفته و مشخص شده است که چنین مزایایی دارند: تجزیه‌پذیری در طبیعت، نفوذپذیری انتخابی و امکان انتقال بخار آب، اکسیژن و دی‌اکسیدکربن. استفاده از فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی اساساً به‌دلیل توانایی بالقوه آن‌ها در فراهم کردن ترکیبی از خواص ممانعت‌کنندگی در برابر رطوبت، اکسیژن، طعم و بو، رنگ و روغن برای مواد غذایی با افزایش در کیفیت و عمر نگهداری آن‌ها

* مسئول مکاتبه: shariatmadari_ff86@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

همراه است. مهم‌ترین ویژگی فیلم و پوشش خوراکی در بسیاری از موارد مقابله با انتقال رطوبت است. زیرا در بسیاری از مواد غذایی سطوح خاصی از فعالیت آبی باید حفظ شود و واکنش‌های مخرب آنزیمی و شیمیایی، به‌شدت تحت‌تأثیر فعالیت آبی یا مقدار رطوبت قرار دارند. سرعت انتقال رطوبت بین غذا و اتمسفر اطراف آن با پوشاندن کامل ماده غذایی با فیلم یا پوشش خوراکی کاهش می‌یابد. علاوه بر انتقال بخار آب، انتقال گازهایی مثل اکسیژن و دی‌اکسیدکربن پایداری ماده غذایی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (Kester و Fennema، ۱۹۸٦؛ Gennadios، ۲۰۰٤) استفاده از پوشش‌ها و فیلم‌های خوراکی برای افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی از زمان قدیم معمول بوده است. به‌عنوان مثال در چین پوشاندن پرتقال و لیموهای تازه با استفاده از موم برای جلوگیری از خشک‌شدن پوست میوه در قرن ۱۲ و ۱۳ مورد آزمایش قرار گرفت و به این طریق از تبخیر آب مواد غذایی و تبادل گازهای تنفسی جلوگیری می‌کردند. در قرن ۱٦ در انگلستان غوطه‌ورسازی مواد غذایی در روغن مورد استفاده قرار گرفته است و استفاده از پوشش‌ها و فیلم‌های ژلاتینی برای افزایش زمان ماندگاری گوشت توسط هاروارد و هارمونی و پارکروموریس پیشنهاد شد. پوشش دادن علاوه بر این‌که از خشک‌شدن ماده غذایی جلوگیری می‌کند، باعث ایجاد ظاهری جذاب، کاهش تبادل گازهای تنفسی (کاهش فعالیت‌های بیوشیمیایی) و عدم رشد کپک‌ها و حشرات بر روی میوه‌ها و سبزی‌ها نیز می‌گردد. استفاده از فیلم‌های خوراکی در بسته‌بندی مواد غذایی اولین بار در سال ۱۸۹۵ توسط ماریس و پارکر انجام گرفت. آن‌ها از فیلم‌های ژلاتینی برای نگهداری گوشت استفاده کردند. در سال ۱۹۳۰ از موم‌های پارافین با نقاط ذوب بالا برای جلوگیری از کاهش رطوبت استفاده گردید. در اواخر سال ۱۹۵۰ امولسیون روغن در آب و موم کاربونا نیز برای پوشش میوه و سبزی تازه به‌کار برده شد. ایده اولیه استفاده از پوشش‌های خوراکی از روی پوشش‌های طبیعی که بر روی سطح میوه‌ها و سبزی‌ها قرار دارد، گرفته شده است (قنبرزاده و همکاران، ۱۳۸۸). فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی به لایه نازکی از مواد خوراکی اطلاق می‌شود که به‌عنوان پوشش روی ماده غذایی استفاده می‌گردد. فیلم خوراکی می‌تواند مواد آنتی‌اکسیدانی، رنگی، ضدمیکروبی و اسانس‌ها را در خود جای دهد در حالی‌که بسته‌بندی‌های مرسوم غیرخوراکی این قابلیت را نداشته و بنابراین قادر به رقابت در این زمینه با فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی نمی‌باشند. از دیگر مزایای فیلم‌های خوراکی می‌توان به قابل مصرف بودن به همراه ماده خوراکی و ایجاد بازارهای جدید برای فروش محصولات کشاورزی اشاره کرد (Rhim و Shellhammer، ۲۰۰۵). ماهیان به‌عنوان منبع پروتئین با کیفیت بالا در جیره انسان مطرح هستند. در سال‌های اخیر خواص تغذیه‌ای و درمانی چربی ماهیان نیز مورد توجه ویژه‌ای قرار گرفته است (Weber و همکاران، ۲۰۰۸؛ Gladyshev و همکاران، ۲۰۰٦). از طرفی فرآورده‌های دریایی در مقابل فساد کیفی ناشی از اکسیداسیون اسیدهای چرب چند غیراشباع حساس هستند که البته حضور غلظت‌های بالای ترکیبات هماتین و یون‌های فلزی عضله ماهی موجب تسریع آن نیز می‌شود (Jeon و همکاران، ۲۰۰۲). این امر امکان استفاده گسترده و طولانی‌مدت ماهیان را محدود می‌سازد بنابراین استفاده از روش‌های مناسب و ایجاد تمهیدات لازم در هنگام حمل و نگهداری موقت ماهیان ضرورت می‌یابد (Jeon و همکاران، ۲۰۰۲؛ Tall و Harris، ۱۹۹۵). بنابراین فرآورده‌های دریایی از نظر کیفی بسیار حساس می‌باشند به‌گونه‌ای که فسادپذیری و مدت ماندگاری کوتاه یک مشکل اصلی در نگهداری

Archive of SID

www.SID.ir

ماهی و فرآورده‌های آن می‌باشد (Jeon و همکاران، ۲۰۰۲؛ Gennadios، ۲۰۰٤). کیتوزان پلی‌ساکارید خطی است که با ساختار منحصر به فرد کاتیونی، دارای خصوصیات متنوع و گوناگونی هم‌چون غیرسمی بودن، قابلیت بازیافت و خصوصیت ضدمیکروبی، آنتی‌اکسیدان و ویژگی تشکیل فیلم و پوشش است. فیلم کیتوزان اولین بار در سال ۱۹۳٦ توسط ریگبای به روش کاستینگ تهیه شد (Moradi و همکاران، ۲۰۱۰؛ Suyatma و همکاران، ۲۰۰٤). رشد میکروبی بر روی سطح از عوامل عمده فساد مواد غذایی می‌باشد. امروزه پیشرفت‌های زیادی در مواد پلیمری مورد استفاده در بسته‌بندی مواد غذایی روی داده است. برخی از این فیلم‌ها حاوی مواد ضدمیکروبی بوده و بنابراین عمر نگهداری مواد غذایی را افزایش می‌دهند (Siragusa و Dickson، ۱۹۹۲). بسته‌بندی‌های ضدمیکروبی نوع خاصی از بسته‌بندی‌های فعال هستند که می‌توانند عمر محصول را افزایش بیش‌تری داده و ایمنی میکروبی بالایی را برای مصرف‌کننده تامین نمایند. این بسته‌بندی‌ها در جهت کاهش، مهار و یا به تاخیر انداختن رشد پاتوژن‌ها در غذاهای بسته‌بندی شده و یا مواد بسته‌بندی عمل می‌کنند. از آن‌جا که پوشش‌های خوراکی می‌توانند به‌عنوان حامل ترکیبات ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی عمل نمایند، ترکیبات مختلفی که با این هدف در بسته‌بندی موادغذایی قابل استفاده است عبارتند از: اسیدهای آلی، آنزیم‌هایی مانند لیزوزیم، ضدقارچ‌هایی مانند بنومیل و ضدمیکروب‌های طبیعی مانند بسیاری از ادویه‌جات و اسانس‌های روغنی (Sothornvit و Krochta، ۲۰۰۵). پژوهش‌ها نشان داده است اضافه نمودن ترکیبات ضدمیکروبی به فیلم‌های خوراکی نه تنها بر فعالیت میکروارگانیسم‌ها اثر می‌گذارد بلکه می‌تواند ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکوشیمیایی را نیز تغییر دهد (Ozdemir و Floros، ۲۰۰۸). اسانس‌ها مایعات روغنی آروماتیکی هستند که از قسمت‌های مختلف گیاهان به‌دست می‌آید (Burt، ۲۰۰٤). خواص ضدمیکروبی اسانس‌های به‌دست آمده از گیاهان خوراکی از دوران باستان ثبت شده‌اند (Castilho و همکاران، ۲۰۱۲). مریم‌گلی گیاه اسانس‌دار از خانواده نعناعیان می‌باشد که در طب سنتی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Arrieta و همکاران، ۲۰۰۱). در بین اسانس‌های مختلف اسانس پونه کوهی، میخک، آویشن، دارچین و مریم‌گلی دارای بیش‌ترین اثر ضدمیکروبی می‌باشند (Seydim و Sarikus، ۲۰۰٦؛ Holley و Patel، ۲۰۰۵؛ Burt، ۲۰۰٤).

مواد و روش‌ها

سنجش رنگ سطحی و شفافیت فیلم‌ها: نمونه‌های فیلم به‌منظور سنجش رنگ بر روی کاشی استاندارد سفید رنگ قرار داده شد و سه فاکتور (Lightness) L^*، a^* و b^* نشان داده شده توسط دستگاه رنگ‌سنج یادداشت گردید. برای محاسبه اختلاف رنگ نمونه‌ها با پلیت سفید داده‌های به‌دست آمده برای سه فاکتور فوق مربوط به مرجع و نیز سه فاکتور L^*، a^* و b^* مربوط به هر نمونه در رابطه زیر قرار داده شد (Ojagh و همکاران، ۲۰۱۰).

$$\text{اختلاف رنگ فیلم‌ها} = \sqrt{(L^*-L)^2+(a^*-a)^2+(b^*-b)^2}$$

به‌منظور سنجش میزان شفافیت فیلم‌ها و عبور نور نمونه‌های فیلم به ابعاد ٤۰×۹ میلی‌متر در درون سلول‌های اسپکتروفتومتری قرار گرفت و به‌منظور سنجش میزان عبور نور در طول موج‌های ۸۰۰-۲۰۰ نانومتر توسط دستگاه اسکن گردید. همچنین به‌منظور محاسبه میزان شفافیت فیلم‌ها از رابطه زیر استفاده گردید.

ضخامت فیلم / میزان جذب در ٦۰۰ نانومتر=شفافیت فیلم

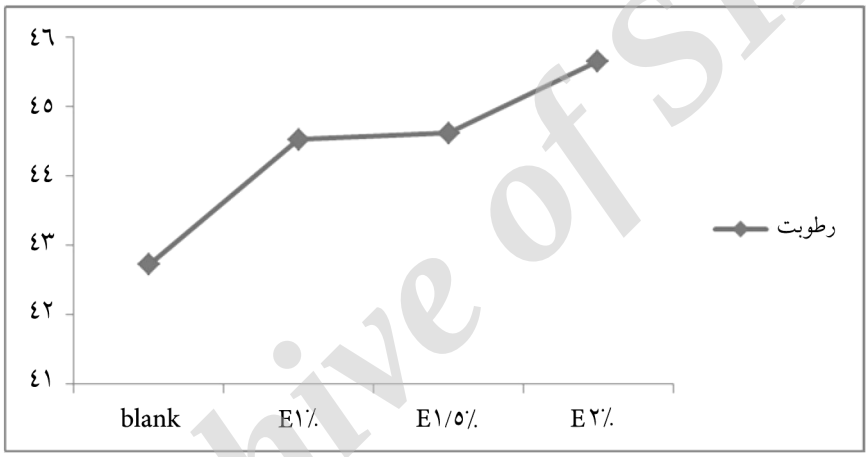
Archive of SID
www.SID.ir

سنجش میزان رطوبت فیلم‌ها: نمونه‌های فیلم با وزن مشخص درون پلیت‌های شیشه‌ای که از قبل به تعادل رطوبتی رسیده و توزین شده بودند قرار گرفت. سپس به‌مدت ٢٤ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد خشک گردید. نمونه‌ها همراه با پلیت پس از این مدت خارج شده و پس از سرد شدن در دسیکاتور مجدداً توزین گردید. محتوای رطوبت روکش‌ها بر پایه وزن مرطوب از رابطه زیر محاسبه گردید (Ojagh و همکاران، ۲۰۱۰).

$$\text{درصد رطوبت بر پایه وزن مرطوب} = \frac{\text{وزن آب} \times ۱۰۰}{\text{وزن نمونه مرطوب}}$$

نتایج

تست رطوبت: با توجه به شکل ۱ نانوکامپوزیت‌های حاوی اسانس در مقایسه با نانوکامپوزیت بدون اسانس اختلاف معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) از نظر میزان رطوبت نشان ندادند. ولی نانوکامپوزیت‌های حاوی اسانس ۲ درصد بیش‌ترین میزان درصد رطوبت (٤٥/٦٤ درصد) نسبت به نمونه شاهد (نانوکامپوزیت ۳ درصد) داشت.



شکل ۱- درصد رطوبت فیلم نانوکامپوزیت حاوی اسانس مریم‌گلی.

رنگ سطحی و شفافیت فیلم‌ها: مقادیر L^*، a^* و b^* و اختلاف رنگی کل (ΔE) فیلم‌ها در جدول ۱ مشاهده می‌شود. مقادیر L^* با افزودن اسانس به فیلم نانوکامپوزیت تغییر معناداری نداشت. شاخص a^* با افزودن اسانس کاهش یافت به‌طوری‌که از مقدار ۲ در فیلم نانوکامپوزیت به ۱ نانوکامپوزیت حاوی اسانس ۲ درصد رسید. شاخص b^* با افزودن اسانس افزایش پیدا کرد. بیش‌ترین افزایش در اسانس ۲ درصد مشاهده شد و کم‌ترین میزان b^* را نمونه شاهد دارا بود. میزان اختلاف رنگی کل فیلم‌ها با افزودن اسانس به نانوکامپوزیت‌ها افزایش معناداری داشت. این میزان در اسانس ۲ درصد دارای بیش‌ترین مقدار (٦/٦٣) و در تیمار شاهد، کم‌ترین مقدار (٤/٢٨) بود. شاخص سفیدی با افزودن اسانس در مقادیر مختلف اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد داشت. با افزودن اسانس این شاخص کاهش پیدا کرد به‌طوری‌که کم‌ترین مقدار در نانوکامپوزیت حاوی اسانس ۱/۵ و ۲ درصد مشاهده شد.

Archive of SID
www.SID.ir

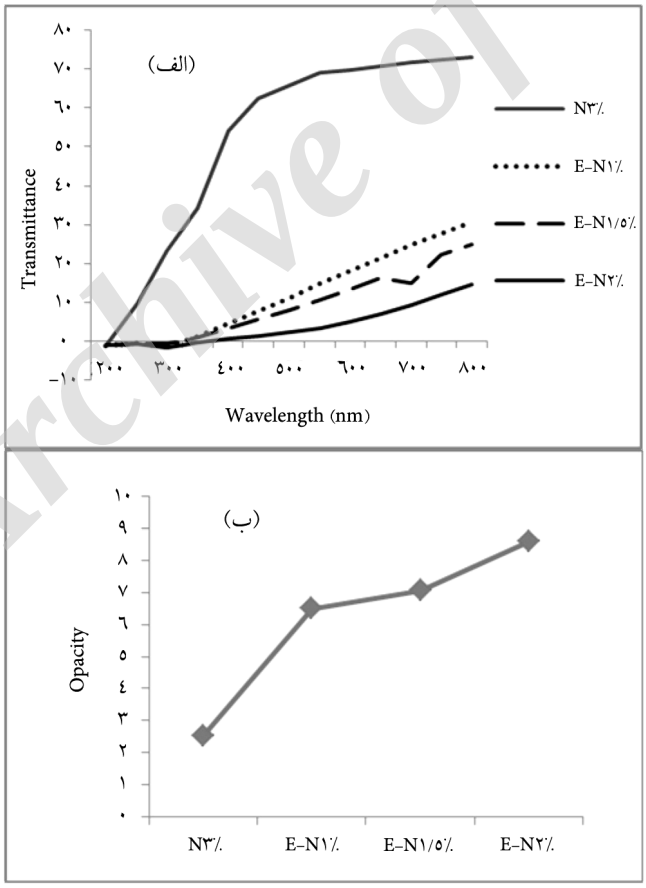
جدول ۱- ویژگی‌های رنگ سطحی نانوکامپوزیت‌های زیست‌فعال.

نوع فیلم	L^*	a^*	b^*	ΔE	WI (شاخص سفیدی)
شاهد (رس ۳ درصد)	۹٤/۸۵ ± ۰/۱٤^a	۲ ± ۰^a	۳/۸ ± ۰/٤۱^c	٤/۲۸ ± ۰/۳^c	۹۳/۲۸ ± ۰/۳^a
ن- مریم‌گلی ۱ درصد	۹۵/۰۵ ± ۰/۳٦^a	۱/٦ ± ۰/٤۲^b	۵/۷ ± ۰/۵٦^b	۵/٦۷ ± ۰/۳۹^b	۹۲/۲۵ ± ۰/۳۹^b
ن- مریم‌گلی ۱/۵ درصد	۹٤/۷ ± ۰/٦۷^a	۰/۹ ± ۰/٤۱^c	٦/۷٦ ± ۱/۳۳^a	٦/٤۳ ± ۱/۱۵^{ab}	۹۱/۳۳ ± ۱/۳۹^c
ن- مریم‌گلی ۲ درصد	۹٤/۷۵ ± ۰/۲^a	۱ ± ۰/۳۷^c	٦/۹۷ ± ۱/۳۲^a	٦/٦۳ ± ۱/۲^a	۹۱/۱٦ ± ۰/۹۵^c

a، b و c حروف کوچک در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح P<۰/۰۵.

نفوذپذیری فیلم‌های تولیدی نسبت به نور (الف) در طول موج‌های بین ۲۰۰ تا ۸۰۰ نانومتر و همچنین شفافیت فیلم‌ها (ب) در شکل ۲ نشان داده شده است. افزودن اسانس موجب کاهش نفوذپذیری نانوکامپوزیت‌ها در ناحیه فرابنفش و طول موج‌های کم‌تر از ۷۰۰ نانومتر گردید.

شفافیت کامپوزیت‌ها با افزودن اسانس به‌طور معناداری کاهش پیدا کرد. بیش‌ترین شفافیت در تیمار شاهد و کم‌ترین شفافیت در نانوکامپوزیت حاوی اسانس ۲ درصد مشاهده گردید.



شکل ۲- میزان عبور نور (الف) و مقادیر شفافیت (ب) در فیلم نانوکامپوزیت حاوی مقادیر متفاوت اسانس مریم‌گلی (N3%: نانوکامپوزیت حاوی نانورس ۳٪؛ E-N: نانوکامپوزیت حاوی اسانس).

Archive of SID
www.SID.ir

بحث و نتیجه‌گیری

درصد رطوبت با افزودن اسانس به فیلم نانوکامپوزیت با توجه به شکل ۱ افزایش پیدا کرد اما این افزایش معنی‌دار نبود. نانوکامپوزیت حاوی ۲ درصد اسانس بیش‌ترین درصد رطوبت را دارا بود. این افزایش مشابه با نتایج (Jouki و همکاران، ۲۰۱٤) بود.

پژوهش در زمینه رنگ مواد غذایی و فاکتورهای تأثیرگذار بر آن هم‌چنان به‌عنوان بخش مهمی از پژوهش‌ها در زمینه مواد غذایی است (MacDougall، ۲۰۰۲). رنگ بسته‌بندی یک عامل مهم اثرگذار بر ظاهر عمومی محصول و پذیرش مصرف‌کننده می‌باشد (Bourtoom و Chinnan، ۲۰۰۸). شاخص L^* با افزودن تغییر معناداری نکرد اما شاخص a^* با افزودن اسانس به‌طور معناداری کاهش پیدا کرد و شاخص b^* نیز با افزودن اسانس تغییر معنی‌داری کرد به‌طوری‌که در فیلم نانوکامپوزیت بدون اسانس کم‌ترین و در نانوکامپوزیت‌های حاوی اسانس بیش‌ترین مقدار را دارا بود. نتایج مشابه در پژوهش (Peng و Li، ۲۰۱٤)، (Abdollahi و همکاران، ۲۰۱۲) مشاهده شد. تفاوت در رنگ می‌تواند به طبیعت زرد رنگ اسانس‌ها نسبت داده شود.

شفافیت فیلم‌ها نیز خواص مهمی است چون مستقیماً بر ظاهر محصول پوشش داده شده اثر می‌گذارد (Chen و همکاران، ۱۹۹٦). از طرف دیگر می‌تواند بر سرعت اکسیداسیون چربی‌ها و در نهایت کیفیت محصول اثرگذار باشد (Rao و همکاران، ۲۰۱۰). شفافیت فیلم‌های نانوکامپوزیت با افزودن اسانس به آن به‌طور معناداری کاهش یافت (شکل ۲ ب). این شفافیت در نانوکامپوزیت حاوی ۲ درصد اسانس کم‌تر از سایر فیلم‌ها بود و شفاف‌ترین فیلم نانوکامپوزیت بدون اسانس بود. در پژوهش (Peng و Li، ۲۰۱٤) کدورت فیلم با افزودن اسانس به فیلم کیتوزان به‌طور معناداری افزایش پیدا کرد که مشابه با این پژوهش بود. نتایج اسکن فیلم‌های نانوکامپوزیت حاوی اسانس نشان داد (شکل ۲ الف) که این فیلم‌ها توانستند نور بسیار کم‌تری را در طول موج ۸۰۰-۲۰۰ از خود عبور دهند.

این پژوهش نشان داد که افزودن اسانس مریم‌گلی خواص ظاهری نانوکامپوزیت‌ها را تحت‌تأثیر قرار داد. به‌طوری‌که کدورت نانوکامپوزیت‌ها با افزایش مقادیر اسانس افزایش یافت و از میزان عبور نور در فیلم‌ها کاسته شد. با توجه به نتایج این مطالعه به‌نظر می‌رسد نانوکامپوزیت زیست تخریب‌پذیر کاراژینان- ژلاتین/ نانورس حاوی اسانس مریم‌گلی پتانسیل‌های فراوانی برای کاربرد در بسته‌بندی مواد غذایی دارد.

منابع

۱- قنبرزاده، ب.، الماسی، ه.، و زاهدی، ی.، ۱۳۸۸. بیوپلیمرهای زیست تخریب‌پذیر و خوراکی در بسته‌بندی مواد غذایی و دارویی. تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی‌تکنیک تهران).

2. Abdollahi, M., Rezaei, M., and Farzi, G., 2012. A novel active bionanocomposite film incorporating rosemary essential oil and nanoclay into chitosan. J. Food Engin. 111 (2), 343-350.
3. Arrieta, J., Reyes, B., Calzada, F., Cedillo-Rivera, R., and Navarrete, A., 2001. Amoebicidal and giardicidal compounds from the leaves of Zanthoxylum liebmannianun. *Fitoterapia* 72 (3), 295-297.
4. Bourtoom, T., and Chinnan, M.S., 2008. Preparation and properties of rice starch-chitosan blend biodegradable film. LWT-Food Science and Technology 41(9), 1633-1641.

Archive of SID

www.SID.ir

5.Burt, S., 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods- a review. Inter. J. Food Microbiol. 94 (3), 223-253.
6.Castilho, P.C., Savluchinske-Feio, S., Weinhold, T.S., and Gouveia, S.C., 2012. Evaluation of the antimicrobial and antioxidant activities of essential oils, extracts and their main components from oregano from Madeira Island, Portugal. Food Control 23 (2), 552-558.
7.Chen, C.H., Kuo, W.S., and Lai, L.S., 2010. Water barrier and physical properties of starch/decolorized hsian-tsao leaf gum films: Impact of surfactant lamination. Food hydrocolloids 24 (2), 200-207.
8.Chen, M., Yeh, H., and Chiang, B., 1996. Antimicrobial and physicochemical properties of methylcellulose and chitosan films containing a preservative. J. Food Proc. Pres. 20, 379-390.
9.Gennadios, A., 2004. Protein-Based Films and Coatings, New York: CRC, U.S.A. pp. 9-16.
10.Gladyshev, M.I., Sushchik, N.N., Gubanenko, G.A., Demirchieva, S.M., and Kalachova, G.S., 2006. Effect of Way of Cooking on Content of Essential Polyunsaturated Fatty Acids in Muscle Tissue of Humpback Salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*), Food Chemistry 96, 446-451.
11.Holley, R.A., and Patel, D., 2005. Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. Food Microbiology 22 (4), 273-292.
12.Jeon, Y.J., Kamil, J.Y.V.A., and Shahidi, F., 2002. Chitosan as an Edible Invisible Film for Quality Preservation of Herring and Atlantic Cod, J. Agric. Food Chem. 50, 5167-5178.
13.Jouki, M., Yazdi, F.T., Mortazavi, S.A., and Koocheki, A., 2014. Quince seed mucilage films incorporated with oregano essential oil: Physical, thermal, barrier, antioxidant and antibacterial properties. Food Hydrocolloids 36, 9-19.
14.Kester, J., and Fennema, O., 1986. Edible films and coatings: A Review. Food Technology 40 (12), 47.
15.MacDougall, D., (Ed.), 2002. Colour in food: Improving quality. Elsevier.
16.Moradi, M., Tajik, H., Razavi Rohani, S.M., Oromiehie, A., and Ghasemi, S., 2010. Potential inherent properties of chitosan and its applications in preserving muscle Food. J. Chitin Chitosan. 15, 35-45.
17.Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, S.H., and Hosseini, S.M.H., 2010. Development and evaluation of a novel biodegradable film made from chitosan and cinnamon essential oil with low affinity toward water. Food Chemistry, 122 (1), 161-166.
18.Ozdemir, M., and Floros, J.D., 2008. Optimization of edible whey protein films containing preservatives for mechanical and optical properties, J. Food Engin. 84, 116-123.
19.Peng, Y., and Li, Y., 2014. Combined effects of two kinds of essential oils on physical, mechanical and structural properties of chitosan films. Food Hydrocolloids 36, 287-293.
20.Rao, M.S., Kanatt, S.R., Chawla, S.P., and Sharma, A., 2010. Chitosan and guar gum composite films: Preparation, physical, mechanical and antimicrobial properties. Carbohydrate Polymers 82 (4), 1243-1247.
21.Rhim, J.W., and Shellhammer, T.H., 2005. Innovations in Food Packaging. New York. CRC Press. USA. pp. 116-137.
22.Seydim, A.C., and Sarikus, G., 2006. Antimicrobial activity of whey protein based edible films incorporated with oregano, rosemary and garlic essential oils. Food research international 39 (5), 639-644.
23.Siragusa, G.R., and Dickson, J.S., 1992. Inhibition of Listeria monocytogenes on beef tissue by application of organic acids immobilized in a calcium alginate gel, J. Food Sci. 57 (2), 293-296.
24.Sothornvit, R., and Krochta, J.M., 2005. Plasticizers in edible films and coatings. In: Jung, H.H., editor. Innovations in Food Packaging. London: Academic Press, pp. 403-433.
25.Suyatma, N.E., Copinet, A., Tighzert, L., and Coma, V., 2004. Mechanical and barrier properties of biodegradable films made from chitosan and poly (lactic acid) blends. J. Polym. Environ. 12, 1-6.

Archive of SID
www.SID.ir

26. Tall, J., and Harris, P., 1995. Rancidity in Frozen Fish. In: Technology Nutrition and Marketing Hamilton, R.J., Rice, R.D., eds. P.J. Barnes and Associates. Sharnbrook, UK. 138p.
27. Tharanathan, N.R., and Kittur, S.F., 2003. Chitin-The undisputed biomolecule of great potential. Critical Reviews in Food Science 43, 61-83.
28. Weber, J., Bochi, V.C., Ribeiro, C.P., Victorio, A.M., and Emanuelli, T., 2008. Effect of Different Cooking Methods on the oxidation, Proximate and Fatty Acid Composition of Silver Catfish (*Rhamdia quelen*) Fillets, Food Chemistry 106, 140-146.

Archive of SID

www.SID.ir