Archive of SID

نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۸ شماره ۲/ سال ۱۳۹۷/ صفحات ۱۰۱ تا ۱۱۳

تاثیر لوریل آرژنین اتیل استر مونو هیدرو کلراید بر خواص فیزیکی و ضد-باکتریایی فیلم زیست کامپوزیت زئین حاوی نرم کننده اولئیک اسید

محبوبه کشیری[۱]*

تاریخ دریافت: ۹٤/۸/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۵/۹/۲٤

[۱] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

*مسئول مکاتبهٔ: Email: mkashiri.ac.ir

چکیده

لوریل آرژنین اتیل استر مونو هیدرو کلراید (LAE) یک نگهدارنده نسبتا جدید در صنعت غذا جهت کنترل رشد میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا است. هدف از این تحقیق ارزیابی فیلم زئین حاوی ۵ و ۱۰ درصد LAE در حضور اسید اولئیک به‌عنوان نرم کننده بود. نتایج این تحقیق نشان داد که با افزودن ۵ و ۱۰ درصد LAE نفوذپذیری در برابر بخار آب فیلم زئین تولیدی در رطوبت نسبی۹۰ درصد در مقایسه با نمونه شاهد به ترتیب ۳٤ و ٤۸ درصد کاهش یافت. با افزایش غلظت LAE مدول الاستیک، انعطاف پذیری و مقاومت کششی تضعیف گردید. هم‌چنین درصد حلالیت فیلم زئین در حضور LAE افزایش معنی داری مشاهده نشد ($p <$ ۰/۰۵). در نهایت خواص ضدباکتریایی فیلم زئین حاوی ۱۰ درصد LAE در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد ارزیابی شد. نتایج نشان داد که اندیس کاهش لگاریتمی فیلم زئین حاوی اسید اولیئک علیه باکتری *لیستریا مونوسایتوژنز* و *اشرشیا کلای* به ترتیب برابر ۰/۲۱ و CFU/ml۰/۱۱ بود. اندیس کاهش لگاریتمی فیلم فعال زئین حاوی اسید اولیئک و ۱۰ درصد LAE در مقایسه با فیلم فعال زئین شاهد به‌ترتیب ۹۵ و ۹۷ درصد کم‌تر بود. این نتایج نشان داد که فیلم زیست فعال زئین در حضور اسید اولئیک تولیدی جهت استفاده به‌عنوان بسته بندی فعال با هدف بهبود امنیت و افزایش طول دوره نگهداری محصولات غذایی پیشنهاد نمی‌گردد.

واژگان کلیدی: اسید اولئیک، بسته‌بندی فعال، لوریل آرژنین اتیل استر مونو هیدرو کلراید، LAE، زئین

مقدمه

بسته‌بندی ضدمیکروبی یکی از روش‌های مطمئن برای گسترش عمر مفید محصولات تازه است که در زیر مجموعه بسته‌بندی فعال طبقه‌بندی می شود. ان لوریل ال-آرژنین اتیل استر مونو هیدرو کلراید، (LAE) با فرمول مولکولی $C_{20}H_{41}N_4O_3Cl$، یک نگهدارنده نسبتا جدیدی در صنعت غذایی و مورد تایید سازمان غذا و داروی آمریکا است (کنگ و همکاران ۲۰۱٤ و راکمن و همکاران ۲۰۰٤). یکی از ویژگی‌های مهم LAE بروز خواص ضدمیکروبی علیه طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌ها در دامنه وسیعی از pH بدون ایجاد عطر و بوی ویژه است، لذا جایگزینی مناسب برای ترکیبات فعالی نظیر اسانس‌ها در بسته‌بندی فعال قلمداد می‌شود (بسریل و همکاران ۲۰۱۳). از نقطه نظر بروز

www.SID.ir

Archive of SID

خواص ضدمیکروبی، کنترل رشد میکروارگانیسم‌ها توسط LAE مورد توجه محققان مختلف قرار گرفته است (باکال و دیاز ۲۰۰۵، بوناود و همکاران ۲۰۱۰، هرناندز-مونوز و همکاران ۲۰۰۸، اینفنت و همکاران ۱۹۹۷، کنگ و همکاران ۲۰۱٤، ما و همکاران ۲۰۱۳، رودریگز و همکاران ۲۰۰٤ و ثنیستید و همکاران ۲۰۱۲).

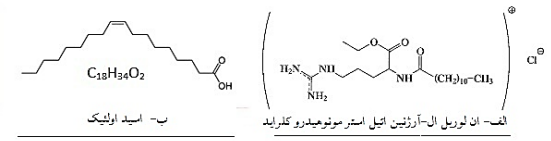
زئین پروتئین ذخیره‌ای ذرت (*Zea mays L.*) است که در تولید فیلم‌های زیست تخریب‌پذیر مورد استقبال فراوان قرار گرفته است (قنبرزاده و ارومیه ای ۲۰۰۹). موفقیت کاربرد زئین به‌عنوان پلی‌مری صنعتی به ویژگی‌هایی نظیر استحکام، شفافیت، آب‌گریزی، مقاومت در برابر روغن، انعطاف‌پذیری و تراکم‌پذیری مطلوب نسبت داده شده است (بیسواس و همکاران ۲۰۰۹ ، فارل و همکاران ۲۰۰٦ و سینک و همکاران ۲۰۱۰). پتانسیل زئین به‌عنوان ماده بسته‌بندی مورد ارزیابی محققان قرار گرفته است (آرکان یمشینگلو ۲۰۱۳، قنبرزاده و همکاران ۲۰۰۷، قنبرزاده و ارمیه‌ای ۲۰۰۸، لاوتون و جان ۲۰۰۲ و تیمین‌لیگلو و همکاران ۲۰۱۰). نرم کننده‌ها دسته‌ای از مواد افزودنی در پلی‌مرها محسوب می‌شوند که جهت غلبه بر شکنندگی فیلم‌های زیستی مورد استفاده قرار می‌گیرند. نرم کننده‌ها با کاهش نیروهای بین مولکولی سبب افزایش تحرک زنجیره پلی‌مرها و در نتیجه بهبود برخی از خواص به‌ویژه انعطاف پذیری فیلم می‌گردند (سرینی واسا و همکاران ۲۰۰۷). امروزه، افزایش تمایل به مصرف نرم کننده‌های طبیعی در توسعه مواد زیستی بر پایه منابع تجدیدپذیر و زیست تخریب‌پذیر منجر به گسترش تحقیقات در این حوزه گردیده است (ویرا ۲۰۰۷). نرم کننده‌های متداول در فیلم‌های زیستی بر پایه پروتئین، ترکیبات آلی مایع یا مواد جامد طبقه‌بندی می‌شوند (پادوا و ونگ ۲۰۰۲). اسید اولئیک اسید چرب غیراشباع (شکل ۱)، غیر سمی است که کاربرد آن در برنامه‌های رژیم غذایی و پزشکی مورد تایید قرار گرفته است (یحیی و اروف ۲۰۰۳). این اسید چرب در دمای اتاق به‌صورت مایع می‌باشد، لذا در فرایند تولید فیلم-های زیستی بدون نیاز به فرایند حرارتی به‌آسانی با پلی‌مر مخلوط می‌گردد (قاسم‌لو و همکاران ۲۰۱۱). اثرات گلیسرول بر خواص فیزیکی بسیاری از پلی‌مرها به‌طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است (لیانگ همکاران ۲۰۱٤). نرم کننده‌های پلی‌الکل مانند گلیسرول بر خلاف نرم کننده‌های لیپیدی به‌دلیل ماهیت آب‌دوستی بیش‌تر و عدم سازگاری با پروتئین زئین سبب افزایش نفوذپذیری در برابر بخار آب فیلم نهایی می‌گردند (شی و همکاران ۲۰۱۲). اخیرا گزارش تحقیقاتی محققان حاکی از تاثیر اسید اولئیک بر کاهش خواص ضد میکروبی به سبب به دام افتادن ترکیبات فعال در بخش غیرقطبی اسید اولئیک داشته است (پردون و همکاران ۲۰۱٤). علی‌رغم بررسی اثرات ضدباکتریایی LAE در برخی از پلی‌مرها، تاثیر اسید اولئیک به‌عنوان یک نرم کننده در فرمولاسیون فیلم زیست فعال مورد بررسی قرار نگرفته است. لذا هدف از این تحقیق تولید فیلم زیست کامپوزیتی بر پایه زئین حاوی نرم کننده طبیعی اسید اولئیک و ارزیابی اثر LAE بر خواص فیزیکوشمیایی و ضدباکتریایی فیلم زیستی زئین حاوی اسید اولئیک بود.

مواد و روش‌ها

مواد مورد استفاده در این پژوهش آزمایشگاهی شامل زئین شرکت تولیدی مواد شیمیایی نیپون (اوساکا، ژاپن)، اسید اولئیک (اسکارلب، اسپانیا)، سویه‌های باکتریایی مورد استفاده در پژوهش حاضر شامل *listeria innocua* CECT 934 (ATCC 19114) از دسته باکتری‌های گرم مثبت و *Escherichia coli* CECT 434 (ATCC 25922) از دسته باکتری‌های گرم منفی که از مرکز کلکسیون میکروبی اسپانیا تهیه شد. روش‌های انجام پژوهش به شرح ذیل می‌باشد:

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- ساختار شیمیایی لوریل آرژنین اتیل استر مونو کلراید (الف) و اسید اولئیک (ب)

آماده‌سازی فیلم

محلول ۱۶ درصد وزنی- وزنی زئین در اتانول ۸۰ درصد تهیه و به‌مدت یک ساعت در دمای ۷۵ C° با سرعت ۴۰۰ دور در دقیقه حرارت داده شد. اسید اولئیک به‌عنوان نرم‌کننده (۱۵درصد نسبت به وزن زئین) اضافه و به‌مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۳۷ C° کاملاً همگن شد. محلول حاصل روی صفحه شیشه‌ای پوشیده از ورقه نازک پلی‌پروپیلن پخش و در تونل مجهز به منبع حرارتی به‌مدت ۲۰ دقیقه حرارت داده شد. فیلم زئین فعال نیز مطابق روش فوق آماده شد، با این تفاوت که پس از افزودن LAE در سطح ۵ و ۱۰ درصد نسبت به وزن زئین اضافه و به‌مدت ۱۵ دقیقه هم‌زدن انجام شد (کشیری، ۱۳۹۴). جهت تعیین نقش نرم کننده بر خواص ضدباکتریایی مطابق روش کشیری و همکاران (۲۰۱۶)، فیلم زئین حاوی ۱۰ درصد LAE و ۱۵ درصد وزن پلی‌مر گلیسرول تولید گردید.

ارزیابی خواص مکانیکی فیلم‌های تولیدی

به‌منظور تعیین خواص مکانیکی فیلم‌ها شامل استحکام کششی، مدول یانگ، درصد ازدیاد طول تا نقطه پارگی مطابق روش شماره D۸۲۲-۰۲ مصوب ASTM[1] استفاده شد. در این روش فیلم‌های تولیدی به شکل مستطیلی به ابعاد ۱۰×۲/۵۴ سانتی‌متر برش داده شدند. قبل از آزمون، نوارهای برش داده شده در اتاقک با رطوبت نسبی ۵۰ درصد به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. فاصله بین دو فک دستگاه ۵ سانتی‌متر و سرعت حرکت ۲۵ میلی‌متر بر دقیقه تنظیم گردید. خواص کششی از منحنی تنش در مقابل افزایش طول محاسبه گردید. (ASTM، ۲۰۰۹) هر یک از نمونه‌ها حداقل در ۹ تکرار انجام و میانگین اعداد حاصل گزارش شد.

ارزیابی نفوذپذیری در برابر بخار آب فیلم‌های تولیدی

نفوذپذیری در برابر بخار آب بر اساس تغییرات وزنی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد مطابق روش مصوب ASTM به شماره E۹۵-۹۶ انجام شد. در این روش از فنجانک‌هایی به قطر داخلی ۳/۵ سانتی‌متر، قطر خارجی ۴/۵ سانتی‌متر و عمق ۳/۵ سانتی‌متر استفاده شد. جهت فراهم نمودن رطوبت صفر درصد در هر فنجانک ۷ گرم پودر سیلکاژل فعال در آن وزن و دهانه خارجی فنجانک با روغن سیلیکون پوشانده شد و فیلم به قطر خارجی فنجانک برش داده و با استفاده از حلقه لاستیکی به‌طور کامل درزی‌گیری و فیلم و حلقه پلاستیک با سه کلیپس فلزی به درب فنجانک متصل گردید. در ادامه فنجانک‌ها در رطوبت نسبی ۷۵ درصد (دسیکاتور حاوی کلرید سدیم اشباع) و ۹۰ درصد (دسیکاتور حاوی نیترات منیزیم اشباع) قرار داده شدند. فنجانک‌های مورد آزمون در زمان‌های مشخص توزین شدند. نمودار تغییرات وزن به صورت تابعی از زمان رسم گردید. نرخ انتقال بخار آب از تقسیم شیب خط بر سطح فیلم‌های مورد آزمون محاسبه شد (موریل گلت و همکاران ۲۰۱۴).

$$WVTR = \frac{\text{شیب خط}}{\text{سطح فیلم}}$$ معادله [۱]

پس از محاسبه نرخ انتقال بخار آب، نفوذپذیری در برابر بخار آب از معادله زیر محاسبه شد.

$$WVP = \frac{WVTR}{(\text{اختلاف فشار})} \times \text{ضخامت فیلم}$$ معادله [۲]

ارزیابی حلالیت در آب فیلم‌های تولیدی

فیلم‌های مورد آزمون به شکل مربعی به ابعاد ۲/۵× ۲/۵ سانتی‌متر آماده و در دسیکاتور حاوی پنتااکسید فسفر به‌مدت یک هفته خشک و پس از توزین در پلیت‌های

[1] American Standard. American Society (ASTM)

www.SID.ir

Archive of SID

شیشه‌ای حاوی ۱۰ میلی‌لیتر بافر به‌مدت ۲٤ ساعت در دمای اتاق نگهداری شدند. پس از آن هر فیلم از محلول خارج و آب سطحی با استفاده از کاغذ صافی خشک و توزین اولیه گردید. سپس در دسیکاتور تا رسیدن به وزن ثابت نگهداری شدند. میزان کاهش وزن بر اساس معادله ذیل محاسبه گردید (کشیری و همکاران، ۲۰۱٦)

معادله [۳] $\text{درصد حلالیت} = \frac{\text{وزن فیلم پس از غوطه وری و خشک کردن}-\text{وزن اولیه فیلم}}{\text{وزن اولیه فیلم}} \times 100$

ارزیابی خواص نوری فیلم‌های تولیدی

به‌منظور تعیین شفافیت فیلم‌ها و عبور نور فیلم در ابعاد مشخص با استفاده از دستگاه طیف سنجی در دامنه طول موج ۸۰۰-۲۰۰ نانومتر پیمایش گردیدند و مطابق معادله ٤ محاسبه و میانگین حداقل ٥ تکرار به‌عنوان شفافیت فیلم‌ها گزارش گردیدند (هیگوراز و همکاران ۲۰۱۳)

معادله [٤] $\text{شفافیت فیلم} = \frac{\text{شدت جذب 600 نانومتر}}{\text{فیلم ضخامت}}$

ارزیابی رنگ سنجی فیلم‌های تولیدی

ارزیابی رنگ فیلم‌ها با استفاده دستگاه رنگ سنج هانترلب و تعیین سه پارامتر a^*، L^* و b^* انجام شد. صفحه استاندارد رنگ سیاه به‌عنوان پس زمینه با مشخصات (L^*=۲٤/٦۰، a^*=۰/۱٦، b^*=۰/۲۸) برای اندازه گیری رنگ مورد استفاده قرار گرفت. اندیس L^* توصیف کننده روشنی (صفر= سیاه و ۱۰۰= سفید) در نظر گرفته شد. در تعریف رنگ نمونه‌ها، اندیس a^* بیانگر قرمزی (مثبت) و سبزی (منفی) و اندیس b^* نشان دهنده زردی (مثبت) و آبی (منفی) بود. اختلاف رنگی کل ΔE_{ab} و مطابق معادله ٥ و محاسبه گردید (مرادی و همکاران ۲۰۱۲). از ترکیب اندیس a^* وb^* بر اساس معادله ٦ و ۷ زاویه سیری[2]و اشباعیت رنگ[3]محاسبه گردید (هرناندز-مونوز و همکاران ۲۰۰۸ و هیگوراز و همکاران ۲۰۱۳). میانگین اندیس رنگی در ۹ تکرار گزارش گردید.

معادله [٥] $\Delta E_{ab} = \lfloor (\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2 \rfloor^{\frac{1}{2}}$

$\Delta L = (L^* - L),\quad \Delta a = (a^* - a),\quad \Delta L = (b^* - b)$

معادله [٦] $C = \lfloor a^{*2} + b^{*2} \rfloor^{\frac{1}{2}}$

معادله [۷] $h = \left[(\text{Tan}^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right) \right]$

ارزیابی خواص ضد باکتریایی فیلم زیست فعال زئین در محیط آزمایشگاهی

۰/۲٥ گرم از فیلم زیست فعال زئین حاوی اسانس آویشن در ۱۰ میلی‌لیتر از محلول تریپتون‌سوی‌برات[4] قرار داده شد و ۱۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون میکروبی در فاز لگاریتمی (جمعیت میکروبی تقریبی ۱۰ ° CFU/ml) اضافه و پس از ۲٤ ساعت در دمای C° ۳۷ تعداد میکروب‌ها شمارش شدند (موریل گلت و همکاران ۲۰۱۲).

آنالیز آماری

این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد و تجزیه و تحلیل نتایج آن با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد. برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه دانکن در سطح آماری ٥ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

تاثیر LAE بر خواص مکانیکی فیلم فعال زئین حاوی اسید اولئیک

خواص مکانیکی بیانگر قدرت فیلم برای حفظ یکنواختی ماده غذایی بسته‌بندی شده است (مارتینز و همکاران ۲۰۱۲). از مهم‌ترین عوامل ارزیابی خواص مکانیکی مقاومت به کشش، کرنش و مدول الاستیک است. هرگاه فیلمی از مقاومت به کشش و انعطاف‌پذیری بالا و در عین حال تردی و شکنندگی کم‌تری برخوردار باشد، مطلوب تلقی می‌گردد. نتایج بررسی خواص مکانیکی فیلم‌های زیست کامپوزیت زئین حاوی اسید اولئیک در شکل ۲ نشان داده شده است. همان‌طوری که مشاهده می‌شود، مدول الاستیک و مقاومت کششی فیلم زئین حاوی اسید اولئیک (نمونه شاهد) به‌ترتیب ۱۱/٦٦±٥٥

[2] Hue
[3] Chroma
[4] Trypton Soy Broth (TSB)

www.SID.ir

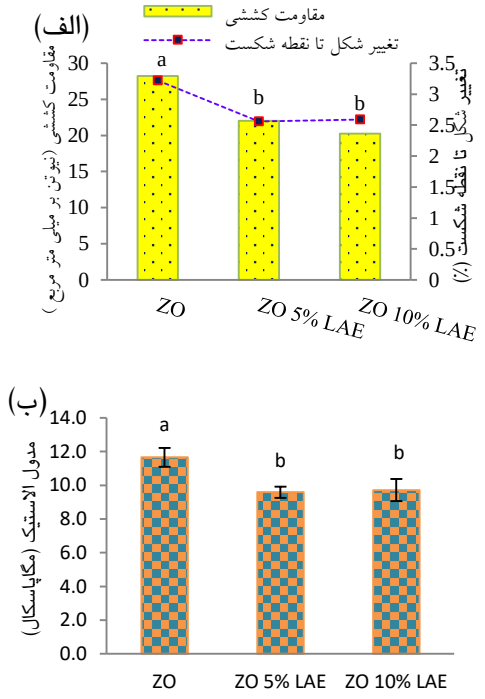
Archive of SID

مگاپاسکال و ۳/۲۲±۲۸/۲۲ مگاپاسکال بود. مقاومت کششی زیست پلی‌مر زئین در مقایسه با پلی‌مرهای سنتزی نظیر پلی‌اتیلن با دانسیته بالا (۳٤/٦-۱۷/۳ مگاپاسکال) و پلی‌وینیل کلراید (۱۳۸-٤۸/٤ مگاپاسکال) کم‌تر و در محدوده قابل رقابت با پلی‌اتیلن با دانسیته پائین (۱۷/۳-۸/٦ مگاپاسکال) قرار داشت (جندیوس و همکاران ۱۹۹۰).

همان‌طوری که در شکل ۲ (الف) نشان داده شده است، مقاومت کششی، انعطاف پذیری و مدول الاستیک فیلم زئین حاوی اسید اولئیک با افزودن LAE کاهش یافت که دلیل کاهش استحکام مکانیکی را می‌توان به شکست پیوندهای پروتئین- پروتئین و تشکیل پیوندهای جدید نسبت داد. در همین راستا لازم به ذکر است که تجانس بین پلی‌مر و مواد افزودنی می‌تواند بر خواص فیلم نقش موثری داشته باشد. بر اساس گزارش سوترن‌ویت و کروچتا (۲۰۰۵) تجانس تحت تاثیر قطبیت، اندازه و شکل افزودنی در پلی‌مر مورد بررسی قرار دارد. شلهمر و کروچتا (۱۹۹۷) نیز نشان دادند که حضور اسیدهای چرب در محلول پروتئین – لیپید می تواند سبب تضعیف خواص مکانیکی شود که با نتایج تحقیق حاضر از حیث حضور زنجیره متوسط کربنی لوریک اسید در بخش انتهایی ساختار LAE و عدم تجانس با زنجیره پروتئینی زئین مطابقت داشت. در همین راستا روبیلار و همکاران (۲۰۱٦) تاثیر LAE بر خواص مکانیکی فیلم کیتوزان را مورد بررسی قرار دادند. بر اساس گزارش این محققان LAE در بستر کیتوزان می‌تواند با ایفای نقش نرم کنندگی سبب بهبود خواص مکانیکی فیلم آب-دوست کیتوزان گردید که با نتایج به دست آمده از این تحقیق مغایرت داشت.

تاثیر LAE بر خواص بازدارندگی در برابر بخار آب فیلم فعال زئین حاوی اسید اولئیک

یکی از علل افت کیفیت مواد غذایی، تبادلات عطر و طعم، گازها و رطوبت بین ماده غذایی و محیط اطراف می-باشد. بنابراین کنترل انتقال جرم در فیلم‌های بسته‌بندی یکی از اهداف مهم است (وی هدی و مارورو ۲۰۱۳) و تلاش‌ها بسیاری جهت افزایش بازدارندگی در برابر بخار آب فیلم‌ها صورت پذیرفته است (گونتارد و همکاران ۱۹۹٤). در تحقیق حاضر نفوذپذیری در برابر بخار آب فیلم زئین حاوی اسید اولئیک در رطوبت نسبی ۷۰ درصد ۱/۲۸×10^{-11} g·m/m²·s·Pa تعیین شد (شکل ۲).



شکل ۲- خواص مکانیکی فیلم فعال زئین حاوی اسید اولئیک

ZO-0%LAE (فیلم زئین حاوی اسید اولئیک فاقد LAE)، ZO-5%LAE (فیلم زئین حاوی اسید اولئیک و ۵ درصد LAE)، ZO-10%LAE (فیلم زئین حاوی اسید اولئیک و ۱۰ درصد LAE) .

مقایسه نتایج نفوذپذیری در برابر بخار آب فیلم زئین با سایر زیست پلی‌مرها نشان داد که پروتئین زئین در مقایسه با پروتئین آب پنیر (قنبرزاده و ارومیه‌ای ۲۰۰۸) و ژلاتین (حسینی و همکاران ۲۰۱۳) از ممانعت‌کنندگی بهتری برخوردار بود. در عین حال نفوذپذیری در برابر بخار آب فیلم‌های زیستی در مقایسه با پلی‌مرهای سنتزی نظیر سلوفان (۸/٤۱×10^{-13} g·m/m²·s·Pa)،

www.SID.ir

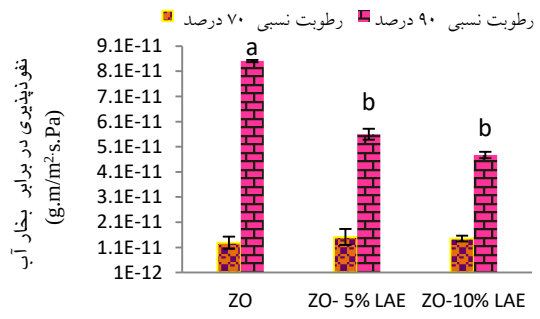
Archive of SID

پلی‌اتیلن با دانسیته بالا ($g·m/m^2·s·Pa$ ۱۰$^{-۱۳}$×۲/۳۱)، پلی‌اتیلن با چگالی پایین ($g·m/m^2·s·Pa$ ۱۰$^{-۱۳}$×۹/۱٤) و ساران ($g·m/m^2·s·Pa$ ۱۰$^{-۱۳}$×۹۹/۹۳–۰/۳) بیش‌تر گزارش شده است (مکیو و همکاران ۱۹۹٤).

تغییرات رطوبت نسبی از پارامترهای مهم در محاسبات بازدارندگی در برابر نفوذ بخار آب گزارش شده‌اند (کوکوزاکا و همکاران۲۰۱۰ و وی هدی و مارورو ۲۰۱۳). بر این اساس در تحقیق حاضر تاثیر رطوبت نسبی (۷۰ و ۹۰ درصد) بر رفتار فیلم‌های زئین در دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد مورد ارزیابی قرار گرفت. همان‌طوری که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، نفوذپذیری در برابر بخار آب فیلم زیست کامپوزیت زئین در رطوبت نسبی ۹۰ درصد ($g·m/m^2·s·Pa$ ۱۰$^{-۱۱}$×۸/۵۰) در مقایسه با رطوبت نسبی ۷۰ درصد ($g·m/m^2·s·Pa$ ۱۰$^{-۱۱}$×۱/۲۸) افزایش معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد نشان داد. نفوذپذیری در برابر بخار آب پلی‌مرهای آب-گریز به‌طور معمول تحت تاثیر تغییرات رطوبت نسبی نمی‌گیرند. در حالی که یکی از مشکلات مطرح در پلی-مرهای آب دوست تورم ناشی از افزایش رطوبت نسبی که تحت شرایط مرطوب، آب با ایفای نقش نرم‌کنندگی منجر به افزایش دسترسی به فضاهای خالی و افزایش تحرک زنجیره پلی‌مری و افزایش نفوذپذیری در برابر بخار آب می‌گردد. اگرچه آب‌دوستی زئین در مقایسه با سایر پروتئین‌ها مانند آب پنیر (کوکوزاکا و همکاران ۲۰۱۰) کم‌تر می‌باشد، اما جذب آب فیلم‌های زئین به-ویژه در رطوبت‌های نسبی بالا و عملکرد آب به‌عنوان نرم کننده از جمله مشکلات این دسته از پلی‌مرها قلمداد می‌گردد. حضور بخش آب‌دوست و آب‌گریز در ساختار LAE (شکل ۱) می‌تواند با تغییر تعاملات بین زنجیره پلی‌مری سبب بهبود ممانعت کنندگی این دسته از فیلم-های زیستی گردد (کشیری و همکاران، ۲۰۱٦). بررسی نتایج آماری حاصل از تاثیر LAE در رطوبت نسبی ۹۰ درصد بر خواص نفوذپذیری در برابر بخار آب فیلم‌های زئین نشان داد که حضور LAE در منجر به کاهش معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد نفوذپذیری در برابر بخار آب آن گردید که از این حیث با نتایج روبیلار و همکاران،۲۰۱٦ مبنی بر کاهش نفودپذیری در برابر بخارآب فیلک کیتوزان در حضور LAE مطابقت داشت. هم‌چنین بر اساس گزارش کشیری و همکاران (۲۰۱٦) LAE در ترکیب با پلی‌مر زیستی زئین و نرم کننده گلیسرول نیز می تواند به عنوان یک سورفاکتانت عمل نماید که با توجه به ساختار LAE می تواند جذب آب پلی‌مر در رطوبت نسبی بالا را محدود سازد.

تاثیرLAE بر خواص رنگی فیلم فعال زئین حاوی اسید اولئیک

شفافیت و رنگ فیلم‌ها یکی از عوامل تعیین کیفیت است که از جنبه مقبولیت مصرف‌کننده ماده غذایی در صنعت بسته‌بندی مورد توجه قرار دارد. در تحقیق حاضر مقادیر a^*، L^*، b^* و اختلاف رنگی کل (ΔE)، مورد ارزیابی قرار گرفتند. فیلم زئین ظاهری نسبتاً شفاف و پایه رنگی زرد داشتند. اندیس روشنی (L^*) فیلم زئین حاوی اسید اولئیک ۰/۵۱±۸۸/۰۱ بود. این نتایج در مقایسه با زیست پلی‌مر کیتوزان (مرادی و همکاران ۲۰۱۲)، کفیران (قاسم‌لو و همکاران ۲۰۱۱)، بیش‌تر اما در مقایسه با ایزوله آب پنیر (سوتورن وایت و همکاران، ۲۰۰۹) و اتیلن‌وینیل‌الکل (موریل گلت و همکاران ۲۰۱۳) در سطح پایین‌تری قرار داشت



شکل ۳- خواص بازدارندگی در برابر بخار آب فیلم فعال زئین حاوی اسید اولئیک

ZO-0%LAE (فیلم زئین حاوی اسید اولئیک فاقد LAE)، ZO-5%LAE (فیلم زئین حاوی اسید اولئیک و ۵ درصد LAE)، ZO-10%LAE (فیلم زئین حاوی اسید اولئیک و ۱۰ درصد LAE

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج حضور LAE در غلظت ۵ و ۱۰ درصد در فیلم زیست کامپوزیت زئین بر پارامترهای رنگی در جدول ۱ نشان داده شده است.

همان‌طوری که مشاهده می‌شود، افزودن LAE منجر به افزایش روشنایی و کاهش زردی فیلم شد. تغییرات شاخص رنگی کل فیلم زئین فعال نیز در سطح آماری ۵ درصد معنی‌داری بود.

جدول ۱- خواص رنگی فیلم زیست کامپوزیت فعال زئین حاوی اسید اولئیک

نوع فیلم	$L^*_{(D65)}$	$a^*_{(D65)}$	$b^*_{(D65)}$	$C^*_{(D65)}$	h (D65)	ΔE	شفافیت (%)
ZO -0%LAE	۸۸/۰۱±۰/۵۱^b	−۱/۸٤±۰/۰۵^b	٦/۹۸±۰/۷۰^a	۷/۲۲±۰/٦۹^a	۱۰۵/۷۸±۰/۸۵^a	۱۰/۵۷±۰/۵٤^a	٦٤/۱۹±۰/۸۹^a
ZO -5%LAE	۹۰/٤۲±۰/۳٤^a	−۱/۷۵±۰/۰٦^a	٦/۳٤±۰/۲۱^b	٦/۵۸±۰/۲٤^b	۱۰۵/٤۳±۰/٤۰^{ab}	۸/۱۹±۰/٤۲^b	۵٦/٤۰±۲/۸^b
ZO -10%LAE	۹۰/٤٤±۰/۵۱^a	−۱/۷٤±۰/۰۲^a	٦/٤٦±۰/۲۱^b	٦/٦۹±۰/۲۱^b	۱۰۵/۱۲±۰/۳۳^b	۸/۲٦±۰/٤۱^b	۵٦/۷۱±۰/۵٦^b

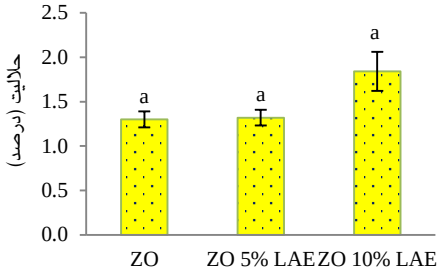
ZO-0%LAE (فیلم زئین حاوی اسید اولئیک فاقد LAE)، ZO-5%LAE (فیلم زئین حاوی اسید اولئیک و ۵ درصد LAE)، ZO-10%LAE (فیلم زئین حاوی اسید اولئیک و ۱۰ درصد LAE).

تاثیر LAE بر خواص نوری فیلم فعال زئین حاوی اسید اولئیک

ممانعت‌کنندگی در برابر نور فرابنفش و نور مرئی عاملی مهم جهت ارزیابی کارائی فیلم و و پوشش خوراکی جهت حفظ کیفیت مواد غذایی قلمداد می‌گردد (پرادا و همکاران ۲۰۱۲). بسیاری از واکنش‌های اکسیداتیو به‌ویژه فتواکسیداسیون در دامنه طول موج نور فرابنفش ۲۸۰-۲۰۰ نانومتر به‌وقوع می‌پیوندد، لذا توجه به جذب نور و عدم عبور و دسترسی آن به مواد غذایی یک عامل کلیدی جهت جلوگیری از افت کیفیت مواد غذایی محسوب می‌گردد (اختر و همکاران ۲۰۱۰) در این تحقیق خواص نوری فیلم‌های زیست کامپوزیت زئین در دامنه طول موج ۸۰۰-۲۰۰ نانومتر پیمایش گردید و نتایج درصد عبور نور محاسبه و در شکل ٤ آورده شده است. همان‌طوری که مشاهده می‌شود، افزودن LAE در مقایسه با نمونه شاهد سبب بهبود خواص ممانعت‌کنندگی در برابر نور گردید. هم‌چنین مقایسه طیف سنجی نوری فیلم‌های زیست فعال زئین نشان داد که خواص ممانعت‌کنندگی فیلم های حاصل در منطقه نور ماورای بنفش بهبود یافت. نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج گومز استاکا و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت داشت. مطالعات سایر محققان نیز نشان داده است که افزایش نفوذپذیری در برابر نور پوشش‌های خوارکی، سبب افزایش سرعت فتواکسیداسیون در محصولات غذایی می‌گردد (فانگ و همکاران ۲۰۰۲ و شیکو و همکاران ۲۰۰۳)، لذا استفاده از LAE در ترکیب پلی‌مرها یک نقطه قوت برای محصولاتی مستعد فساد اکسایشی تحت نور فرابنفش محسوب می‌گردد. بر این اساس گزارش شیکو و همکاران (۲۰۰۳) درصد عبور نور در پلی‌مرهای طبیعی در مقایسه با پلی‌مرهای سنتزی کم‌تر بود. بر این اساس می‌توان دریافت که ماهیت پلی‌مر بر شدت جذب و عبور نور فیلم‌های تولیدی تأثیر به‌سزایی خواهد داشت. از طرفی نقطه مشترک گزارشات تحقیقات بر پلی‌مرهایی بر پایه نظیر پروتئین‌های میوفیبریلی (شیکو و همکاران ۲۰۰۳)، پروتئین‌های آب پنیر (فانگ و همکاران ۲۰۰۲) و پروتئین ژلاتین (جانگ‌جارونراک و همکاران ۲۰۰٦) حاکی از بهبود خواص ممانعت‌کنندگی در برابر نور پلی‌مرها حاوی ترکیبات فعال بود که با نتایج به‌دست آمده از این تحقیق مطابقت داشت

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵-حلالیت فیلم زیست فعال زئین حاوی اسیداولئیک

ZO-0%LAE (فیلم زئین حاوی اسید اولئیک فاقد LAE)، ZO-5%LAE (فیلم زئین حاوی اسید اولئیک و ۵ درصد LAE)، ZO-10%LAE (فیلم زئین حاوی اسید اولئیک و ۱۰ درصد LAE)

تاثیر LAE بر حلالیت فیلم فعال زئین حاوی اسید اولئیک

شاخص حلالیت بیانگر مقاومت فیلم در برابر محیط آبی است (ریم و همکاران ۲۰۰۶). بیش‌ترین حلالیت در محیط آبی به‌ترتیب مربوط به فیلم زیست فعال زئین حاوی ۱۰ درصد LAE (۸٤/٦٦±۱/۰ درصد) بود (شکل ۵). مقایسه شاخص حلالیت فیلم‌های تولیدی با نتایج تحقیق با حسینی و همکاران (۲۰۱۳) مبنی برحلالیت ۷۱ درصدی زیست پلی‌مر ژلاتین، نشان دهنده پتانسیل فیلم زئین جهت کاربرد در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی بود. بر اساس گزارش روبیلار و همکاران (۲۰۱٦) افزودن LAE در پلی‌مر کیتوزان منجر به افزایش حلالیت فیلم تولیدی گردید و علت این پدیده با توجه به ماهیت آب‌دوستی کیتوزان به تمایل LAE به محیط های آبی و شکستن تعامل بین زنجیره پلی‌مری در محیط آب و افزایش تحرک زنجیره نسبت دادند. نتایج این تحقیق نیز نشان داد که با افزایش غلظت LAE افزایش حلالیت فیلم تولیدی در سطح آماری ۵ درصد معنی‌داری نبود (شکل ۵).

جدول ۲- خواص ضدباکتریایی فیلم زیست فعال زئین حاوی اسید اولئیک

نوع فیلم	*لیستریا مونوسایتوژنز*		*اشرشیا کلای*	
	Log (CFU/mL)	LRV	Log (CFU/mL)	LRV
ZO-0%LAE	۸/٤٦±۰/۰۵		۹/۱۹±۰/۰۵	
ZO-10%LAE	۸/۲۵±۰/۱٤	۰/۲۱	۹/۰۸±۰/۲۵	۰/۱۱
ZG-10%LAE	۳/٤۷±۰/۳۷	٤/۹۹	۵/۰۲±۰/۹٦	٤/۱٦

ZO -0%LAE (فیلم زئین حاوی اسید اولئیک، ZO-5%LAE (فیلم زئین حاوی اسید اولئیک و ۱۰ درصد LAE)، ZG-10%LAE (فیلم زئین حاوی گلیسرول و ۱۰ درصد LAE).

ارزیابی خواص ضدباکتریایی فیلم‌های زیست فعال زئین حاوی اسید اولئیک

اثر ضدباکتریایی فیلم‌های زیست فعال زئین حاوی LAE در محیط تلقیح شده *لیستریا مونوسایتوژنز* و *اشرشیا کلای* در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد ارزیابی شدند. نتایج تحقیق حاضر حاکی از آن بود که تعداد کلنی‌های قابل شمارش *لیستریا مونوسایتوژنز* و *اشرشیا کلای* در محیط مایع حاوی فیلم زیست فعال زئین با ۱۰ درصد LAE به‌ترتیب دارای Log CFU/ml ۸/۲۵ و ۹/۰۸ بود که با شمارش تعداد باکتری‌های تلقیح شده در نمونه شاهد، اندیس کاهش لگاریتمی *لیستریا اینوکوا* و *اشرشیا کلای* و به‌ترتیب ۰/۲۰ و ۰/۱۱ محاسبه گردید (جدول ۲). این نتایج بیانگر عدم کارائی مطلوب LAE در بستر زئین حاوی اسید اولئیک می‌باشد. این در حالی است تحقیقات قبلی نشان داده است که فیلم زئین زیست فعال در حضور گلیسرول دارای اثربخشی بسیار قوی بود (کشیری ۱۳۹٤)، به‌طوری که عملکرد ضدباکتریایی LAE در بستر زئین در حضور گلیسرول در مقایسه با اسانس آویشن شیرازی در شرایط مشابه (کشیری و همکاران ۹۵) بیش‌تر بود. بر اساس گزارش بسیاری از محققان نقش ترکیبات مواد غذایی در عملکرد ضدمیکروبی LAE بسیار مهم است (نرین و همکاران ۲۰۱٦). در همین راستا شرما و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که فعالیت ضدمیکروبی

www.SID.ir

Archive of SID

LAE در سینه مرغ فیله شده در مقایسه با مرغ چرخ شده حاوی چربی از کارائی بالاتری برخوردار بود. لذا بر اساس موارد اشاره شده در فوق می‌توان اظهار داشت که اسید اولئیک، به‌عنوان نرم‌کننده در بستر پلی-مری جهت تولید فیلم ضدمیکروبی، می‌تواند با محبوس کردن LAE، امکان رهایش این ترکیب ضدمیکروبی به محیط اطراف را محدود سازد. عدم رهایش ترکیبات فعال از بستر پلی‌مری می تواند دلیل عدم کارائی ضد-میکروبی مطلوب در فیلم فعال قلمداد گردد.

نتیجه‌گیری

فیلم زئین حاوی اسید اولئیک به‌عنوان نرم کننده و LAE به‌عنوان ترکیب ضدمیکروبی از خواص فیزیکی و مکانیکی خوبی برخوردار بود. نفوذپذیری
در برابر بخار آب و ممانعت‌کنندگی در برابر نور فیلم زئین در ترکیب با LAE بهبود یافت. عملکرد ضد-باکتریایی فیلم زئین حاوی ۱۰ درصد LAE در حضور اولئیک کاهش شدیدی نشان داد. بر این اساس فیلم زیست فعال زئین در حضور اسید اولئیک جهت بسته بندی مواد غذایی با هدف کنترل رشد میکروارگانیسم پیشنهاد نمی‌گردد. در حالی که فیلم زئین حاوی اسید اولئیک به‌عنوان یک فیلم بسته‌بندی زیستی دوست‌دار بسیار مطلوب توصیه می‌گردد.

سپاسگزاری

از همکاری و مساعدت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و نیز گروه بسته‌بندی IATA والنسیا به-ویژه دکتر رافائل گابارا، گرسیا لوپز-کاربایو و هرناندز مونز که در انجام پژوهش مرا یاری نمودند سپاسگزاری می گردد.

منابع مورد استفاده

کشیری م، مقصودلو ی، خمیری م و ربیع ب، ۱۳۹۵. ارزیابی خواص ضدباکتریایی فیلم زیست فعال زئین حاوی اسانس آویشن شیرازی، فصل‌نامه علوم و صنایع غذایی، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، جلد سیزده ، شماره ۵۰، صفحه‌های ۱۹۵ تا ۲۰۶.

کشیری م، ۱۳۹٤. ارزیابی رهایش لوریل آرژنین اتیل استر مونو هیدرو کلراید و خواص باکتریایی فیلم زیست فعال زئین، نشریه الکترونیک فراوری و نگهداری مواد غذایی، جلد هفتم ، شماره ۲، صفحه‌های ٦١ تا ٧٦.

Akhtar MJ, Jacquot M, Arab-Tehrany E, Gaïani C, Linder M and Desobry, S, 2010. Control of salmon oil photo-oxidation during storage in HPMC packaging film: Influence of film colour. Food Chemistry 120(2): 395-401.

Arcan I and Yemenicioğlu A, 2013. Development of flexible zein–wax composite and zein–fatty acid blend films for controlled release of lysozyme. Food research international 51(1), 208-216.

ASTM, 2009. Standard test method for tensile properties of thin plastic sheeting D882-02 ASTM, Annual Book of American Standard Testing Methods. Philadelphia, PA.

Bakal G and Diaz A, 2005. The lowdown on lauric arginate. Food Quality 60-61.

Becerril R, Manso S, Nerin C and Gómez-Lus R, 2013. Antimicrobial activity of Lauroyl Arginate Ethyl (LAE), against selected food-borne bacteria. Food Control 32(2): 404-408.

Biswas A, Selling GW, Woods KK and Evans K, 2009. Surface modification of zein films. Industrial Crops and Products 30(1): 168-171

Bonnaud M, Weiss J and McClements DJ, 2010. Interaction of a Food-Grade Cationic Surfactant (Lauric Arginate) with Food-Grade Biopolymers (Pectin, Carrageenan, Xanthan, Alginate, Dextran, and Chitosan). Journal of Agricultural and Food Chemistry 58(17): 9770–9777.

Fang Y, Tung MA, Britt IJ, Yada S and Dalgleish, DG, 2002. Tensile and barrier properties of edible films made from whey proteins. Journal of Food Science 67(1): 188-193.

www.SID.ir

Archive of SID

Farrell AE, Plevin, RJT, Brian T, Jones AD, O'hare M and Kammen, DM. 2006. Ethanol can contribute to energy and environmental goals. Science 311(5760): 506-508 .

Gennadios A and Weller, CL, 1990. Edible films and coatings from wheat and corn proteins. Food Technology. 10: 63-69.

Ghanbarzadeh B, Musavi M, Oromiehie AR, Rezayi K, RazmiRad E and Milani J, 2007. Effect of plasticizing sugars on water vapor permeability, surface energy and microstructure properties of zein films. LWT - Food Science and Technology 40(7): 1191-1197.

Ghanbarzadeh B, and Oromiehi AR, 2008. Biodegradable biocomposite films based on whey protein and zein: Barrier, mechanical properties and AFM analysis. International Journal of Biological Macromolecules 43(2): 209-215.

Ghanbarzadeh B, Oromiehi AR, 2009. Thermal and mechanical behavior of laminated protein films. Journal of Food Engineering 90(4): 517-524.

Ghasemlou M, Khodaiyan F, Oromiehie AR and Yarmand MS, 2011. Characterization of edible emulsified films with low affinity to water based on kefiran and oleic acid. International Journal of Biological Macromolecules 49(3): 378-384.

Gontard N, Duchez C, Cuq J.L and Gulibert S. (1994). Edible composite films of wheat gluten and lipids: water vapour permeability and other physical properties. International Journal of Food Science and Technology 29(1): 39-50 .

Gómez-Estaca J, Bravo L, Gómez-Guillén M. C, Alemán A and Montero P, 2009. Antioxidant properties of tuna-skin and bovine-hide gelatin films induced by the addition of oregano and rosemary extracts. Food Chemistry 112(1): 18-25.

Hernández-Muñoz P, Almenar E, Valle V.D, Velez D and Gavara, R, 2008. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (Fragaria × ananassa) quality during refrigerated storage. Food Chemistry 110(2), 428-435.

Higueras L, López-Carballo G, Cerisuelo JP, Gavara, R and Hernández-Muñoz P, 2013. Preparation and characterization of chitosan/HP-β-cyclodextrins composites with high sorption capacity for carvacrol. Carbohydrate Polymers 97(2): 262-268.

Hosseini SF, Rezaei M, Zandi M and Ghavi F.F, 2013. Preparation and functional properties of fish gelatin–chitosan blend edible films. Food Chemistry 136(3–4): 1490-1495.

Infante M, Pinazo A and Seguer J, 1997. Non-conventional surfactants from amino acids and glycolipids: Structure, preparation and properties. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects 123–124 (24):49-70.

Kang J, Stasiewicz M.J, Murray D, Boor K.J, Wiedmann M and Bergholz T.M, 2014. Optimization of combinations of bactericidal and bacteriostatic treatments to control Listeria monocytogenes on cold-smoked salmon. International Journal of Food Microbiology 179(0): 1-9.

Kashiri M, Cerisuelo JP, Domínguez I, López-Carballo G, Hernández-Muñoz P and Gavara R, 2016. Novel antimicrobial zein film for controlled release of lauroyl arginate (LAE). Food Hydrocolloids 61, 547-554.

Kim Y, Jin L, Hyang M and Park, OO, 1995. Processabilities and mechanical properties of surlyn-treated starch/LDPE blends. Polymer Engineering and Science 35(20): 1652-1657.

Kokoszka S, Debeaufort F, Hambleton A, Lenart A and Voilley A, 2010. Protein and glycerol contents affect physico-chemical properties of soy protein isolate-based edible films. Innovative Food Science and Emerging Technologies 11(3): 503-510.

Lawton, J.W. (2002). Zein: A history of processing and use. Cereal Chemistry 79(1): 1-18 .

Liang J, Xia, Q. Wang, S, Li, J, Huang, Q and Ludescher, RD. (2014). Influence of glycerol on the molecular mobility, oxygen permeability and microstructure of amorphous zein films. Food Hydrocolloids 44(0), 94-100.

www.SID.ir

Archive of SID

Ma Q, Davidson PM and Zhong Q, 2013. Antimicrobial properties of lauric arginate alone or in combination with essential oils in tryptic soy broth and 2% reduced fat milk. International Journal of Food Microbiology 16,1,(16): 77-84.

Martins JT, Cerqueira MA and Vicente AA, 2012. Influence of α-tocopherol on physicochemical properties of chitosan-based films. Food Hydrocolloids 27(1): 220-227

Mchugh TH, Aujard, JF and Krochta JM, 1994. Plasticized whey protein edible films: water vapor permeability properties. Journal of Food Science 59(2): 416-419 .

Moradi M, Tajik H, Razavi Rohani SM, Oromiehie A.R, Malekinejad H, Aliakbarlu J and Hadian M, 2012. Characterization of antioxidant chitosan film incorporated with Zataria multiflora Boiss essential oil and grape seed extract. LWT – Food Science and Technology 46(2): 477-484.

Muriel-Galet V, Cerisuelo J.P, López-Carballo G, Aucejo S, Gavara R and Hernández-Muñoz P, 2013. Evaluation of EVOH-coated PP films with oregano essential oil and citral to improve the shelf-life of packaged salad. Food Control 30(1): 137-143.

Muriel-Galet V, López-Carballo G, Hernández-Muñoz P and Gavara R, 2014. Characterization of ethylene-vinyl alcohol copolymer containing lauril arginate (LAE) as material for active antimicrobial food packaging. Food Packaging and Shelf Life 1(1): 10-18.

Nerin C, Becerril R, Manso S and Silva, F. 2016. Ethyl Lauroyl Arginate (LAE): Antimicrobial Activity and Applications in Food Systems Antimicrobial Food Packaging. Academic Press, San Diego.

Padua GW and Wang Q, 2002. Formation and properties of corn zein films and coatings. CRC Press, New York.

Perdones Á, Vargas M, Atarés L and Chiralt A, 2014. Physical, antioxidant and antimicrobial properties of chitosan–cinnamon leaf oil films as affected by oleic acid. Food Hydrocolloids 3: 264-256.

Pereda M, Amica G and Marcovich NE, 2012. Development and characterization of edible chitosan/olive oil emulsion films. Carbohydrate Polymers 87(2): 1318-1325.

Rhim JW, Hong Se, Park H.M and Ng PK, 2006. Preparation and characterization of chitosan-based nanocomposite films with antimicrobial activity. Journal of Agricultural and Food Chemistry 54(16): 5814-5822.

Rodriguez E, Seguer J, Rocabayera X and Manresa A, 2004. Cellular effects of monohydrochloride of l-arginine, Nα-lauroyl ethylester (LAE) on exposure to Salmonella typhimurium and Staphylococcus aureus. Journal of Applied Microbiology (96): 903–912.

Rubilar, J.F, Cruz RMS, Silva HD, Vicente AA, Khmelinskii I and Vieira MC, 2013. Physico-mechanical properties of chitosan films with carvacrol and grape seed extract. Journal of Food Engineering 115(4): 466-474.

Rubilar, J. F, Candia D, Cobos A, Díaz O and Pedreschi F. 2016. Effect of nanoclay and ethyl-Nα-dodecanoyl-l-arginate hydrochloride (LAE) on physico-mechanical properties of chitosan films. LWT - Food Science and Technology 72: 206-214.

Ruckman SA, Rocabayera X, Borzelleca JF and Sandusky C.B, 2004. Toxicological and metabolic investigations of the safety of N-α-Lauroyl-l-arginine ethyl ester monohydrochloride (LAE). Food and Chemical Toxicology 42(2): 245-259.

Shellhammer, TH and Krochta, JM. (1997). Whey protein emulsion film performance as affected by lipid type and amount. Journal of Food Science 62: 390–394

Shiku Y, Hamaguchi, PY and Tanaka M, 2003. Effect of pH on the preparation of edible films based on fish myofibrillar proteins. Fisheries Science 69(5): 1026-1032.

Singh N, Georget, DMR, Belton PS and Barker S.A, 2010. Physical properties of zein films containing salicylic acid and acetyl salicylic acid. Journal of Cereal Science 52(2): 282-287.

Sothornvit R, Rhim J.W and Hong SI, 2009. Effect of nano-clay type on the physical and antimicrobial properties of whey protein isolate/clay composite films. Journal of Food Engineering 91(3): 468-473.

www.SID.ir

Archive of SID

Srinivasa PC, Ramesh MN and Tharanathan RN, 2007. Effect of plasticizers and fatty acids on mechanical and permeability characteristics of chitosan films. Food hydrocolloids 21(7): 1113-1122 .

Theinsathid P, Visessanguan W, Kruenate J, Kingcha Y and Keeratipibul S, 2012. Antimicrobial Activity of Lauric Arginate-Coated Polylactic Acid Films against Listeria monocytogenes and Salmonella Typhimurium on Cooked Sliced Ham. Journal of Food Science 77(2): M142-M149.

Tihminlioglu F, Atik İD and Özen B, 2010. Water vapor and oxygen-barrier performance of corn–zein coated polypropylene films. Journal of Food Engineering 96(3): 342-347.

Vieira MGA, Silva MAS, Lucielen O and Beppu MM, 2011. Natural-based plasticizers and biopolymer films: A review. European Polymer Journal 47: 254–263 .

Wihodo M and Moraru CI, 2013. Physical and chemical methods used to enhance the structure and mechanical properties of protein films: A review. Journal of Food Engineering 114(3): 292-302.

Yahya M and Arof AK, 2003. Effect of oleic acid plasticizer on chitosan–lithium acetate solid polymer electrolytes. European polymer journal 39(5): 897-902 .

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of L-arginine ethyl ester of lauryl mono-hydrochloride (LAE) on the physical and antibacterial properties of zein bio compsit films containing oleic acid

M Kashiri*[1]

Received: November 16, 2015 Accepted: December 14, 2016
[1]Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, University of Agricultural Sciences and Natural Resources,Gorgan, Iran

Abstarct

Lauryl Arginine Ethyl Ester mono-hydrochloride (LAE) is a relatively new preservative in the food industry to control the growth of pathogenic microorganisms. The aim of this work was to characterize of zein film containing 5 and 10% LAE at the presence of oleic acid as a plasticizer. The results of this studied showed that incorporation of 5 and 10% LAE water vapor permeability of zein film at 90% relative humidity in compare to control film decreased 34 and 48%, respectively. With increasing of concentration of LAE in zein film solution Young's modulus, percent elongation at break and tensile strength were reduced. And also, water solubility of zein film in present of LAE not significantly increased was observed ($p<0.05$). Finally, antibacterial properties of zein film with 10% LAE were characterized at 37 °C. Results showed that log reduction value of zein film in present of oleic acid against *Escherichia coli* and *listeria innocua* was 0.21 and 0.11 CFU/ml, respectively. The log reduction value of active zein film in present of oleic acid against *Escherichia coli* and *Listeria monocytogenes* compare to active zein film at the same condition was decreased about 95 and 97 %, respectively. These results show that the developed active zein film containing oleic acid not suggested using as active packaging for improving the safety and shelf life of food products.

Keywords: Active packaging, lauryl Arginine Ethyl Ester mono chloride, LAE, Oleic acid, Zein

www.SID.ir