

ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی فیلم کربوکسی‌متیل سلولز حاوی اسانس گیاهی و تأثیر آن بر رنگ گوشت گوسفند

مهدی محمدحسینی^۱، ناصر صداقت^{۲*}، سارا خشنودی‌نیا^۳، محمد باقر حبیبی‌نجفی^۴ و آرش کوچکی^۲

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۰/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۳/۳/۱۲

^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

^۲ دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد

^۳ دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

^۴ استاد گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد

* مسئول مکاتبه: Email: sedaghat@um.ac.ir

چکیده

در این پژوهش دو اسانس گشنیز و لیموترش در چهار سطح (۰/۱-۰/۴ درصد حجمی/حجمی محلول فیلم) در بستر فیلم کربوکسی‌متیل سلولز (CMC) به منظور بهبود خواص مکانیکی (مقاومت کششی (TS) و ازدیاد طول تا نقطه‌ی پارگی (EB)) و ویژگی نفوذپذیری به بخار آب (WVP) ترکیب شدند و در ادامه، تأثیر فیلم بر pH و رنگ گوشت گوسفند بررسی شد. افزایش میزان اسانس‌ها از ۰/۱ به ۰/۴ درصد باعث افزایش ۳۰-۷۰ درصدی EB فیلم شد. همچنین استفاده از اسانس در ساختار فیلم باعث کاهش معنی‌دار (P<۰/۰۵) TS شد. میزان WVP فیلم در حضور ۰/۴ درصد اسانس به طور معنی‌داری کاهش نشان داد. گوشت گوسفند توسط فیلم CMC حاوی ۰/۴ درصد اسانس پوشانده و تغییرات پارامترهای رنگی (a^* ، L^* و b^*) و pH نمونه‌ها طی ۸ روز نگهداری در دمای ۴ °C بررسی شد. گوشت‌های پیچیده شده در فیلم CMC (با اسانس یا بدون اسانس) pH کم‌تری نسبت به نمونه‌ی شاهد داشتند. کم‌ترین میزان pH نیز مربوط به نمونه‌ی پوشش داده‌شده با فیلم حاوی اسانس لیموترش بود. کلیه‌ی گوشت‌های پوشش‌دار به طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) پارامتر L^* و b^* کم‌تری را نسبت به نمونه‌ی شاهد طی نگهداری در دمای یخچال نشان دادند. افزودن اسانس، به ویژه اسانس لیموترش، به ماتریکس فیلم CMC باعث کاهش معنی‌دار پارامتر a^* گوشت شد. این نتایج نشان داد اسانس‌های گشنیز و لیمو پتانسیل خوبی برای ترکیب در ساختار فیلم CMC دارند و باعث بهبود خواص مکانیکی و نفوذپذیری به بخار آب فیلم می‌شوند و در نتیجه می‌توانند کاربرد خوبی در بسته‌بندی مواد غذایی داشته باشند با این حال استفاده از آن در بسته‌بندی گوشت رنگ گوشت را نامطلوب می‌سازد.

واژگان کلیدی: اسانس، پارامترهای رنگی، فیلم خوراکی کربوکسی‌متیل سلولز، گوشت گوسفند، ویژگی‌های مکانیکی

مقدمه

در سال‌های اخیر، به دلیل نگرانی‌های موجود در زمینه‌ی محیط زیست و نیاز به کاهش میزان مواد سنتتزی دفع شده و از همه مهم‌تر تقاضای مصرف‌کننده برای افزایش کیفیت ماده‌ی غذایی و افزایش زمان ماندگاری محصول، استفاده از فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی مورد توجه ویژه قرار گرفته‌اند. هیدروکلوئیدها (پروتئین و کربوهیدرات‌ها) و لیپیدها منابعی هستند که برای تهیه فیلم‌های خوراکی مورد استفاده قرار می‌گیرند (پاولث و ارتس ۲۰۰۹). این فیلم‌ها موانع خوبی در برابر نفوذ اکسیژن بوده، نیاز به مواد بسته‌بندی مصنوعی را کاهش داده و از قابلیت تجزیه‌پذیری مناسبی برخوردارند (واندرلی و همکاران ۲۰۱۱). از سویی برخی از این پوشش‌ها یا خود دارای خاصیت ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی هستند یا حامل‌های خوبی برای مواد زیست فعال (آنتی‌اکسیدان‌ها، مواد مغذی و ضد میکروبی) می‌باشند (خشنودی‌نیا و همکاران ۱۳۹۲)، لذا فراگیر شدن این نوع پوشش‌ها و بسته‌بندی‌ها می‌تواند ضمن افزایش ماندگاری محصول باعث بهبود خواص ایمنی و حسی محصول شود. همچنین استفاده از فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی در صنعت گوشت با مزایایی همچون کاهش افت رطوبت، حفظ رنگ، بو و مواد مغذی و کاهش بار میکروبی همراه است (قنبرزاده و همکاران ۱۳۸۸).

در سال‌های گذشته پژوهش‌های مختلفی در زمینه‌ی استفاده از فیلم‌ها و پوشش‌های حاوی مواد زیست فعال صورت گرفته است. یکی از مهم‌ترین این ترکیبات اسانس‌های روغنی هستند، این ترکیبات با ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی خود ماندگاری و کیفیت محصول را بهبود می‌بخشند. و جایگزین‌های مؤثری برای مواد ضد میکروبی شیمیایی هستند که استفاده از آن‌ها، می‌تواند پاسخی به نیاز مصرف‌کننده مبنی بر حداقل استفاده از مواد مصنوعی و شیمیایی باشد (پیرز و همکاران ۲۰۱۳).

اما افزودن اسانس به فیلم‌های خوراکی می‌تواند تغییراتی را در ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی فیلم خوراکی را به دنبال

داشته باشد (پیرز و همکاران ۲۰۱۳، احمد و همکاران ۲۰۱۳، حسینی و همکاران ۲۰۰۹، قاسملو و همکاران ۲۰۱۳، آگیا و همکاران ۲۰۱۳)، لذا بررسی تأثیر این ترکیبات بر ویژگی‌های مکانیکی این فیلم‌ها ضروری است. برای مثال تأثیر اسانس‌های سنبل هندی، گشنیز، ترخون آویشن بر فیلم خوراکی پروتئین ماهی هیگ^۱ (پیرز و همکاران ۲۰۱۳)، اسانس زنجیل و دارچین بر روی فیلم کازئینات سدیم و پروتئین سویا (اتارس و همکاران ۲۰۱۰a، اتارس و همکاران ۲۰۱۰b)، علف لیمویی و ترنج بر روی فیلم ژلاتین (احمد و همکاران، ۲۰۱۳) علف لیمویی بر فیلم نشاسته-آرژینات (فازایلا و همکاران، ۲۰۰۶)، آویشن، میخک و دارچین بر فیلم کیتوزان (حسینی و همکاران ۲۰۰۹) بخشی از پژوهش‌های صورت گرفته در این حوزه بوده است.

یکی از مرسوم‌ترین مواد سازنده‌ی فیلم‌های خوراکی، پلی‌ساکارید کربوکسی‌متیل سلولز است (CMC) است. فیلم‌های خوراکی حاصل از CMC موانع خوبی در برابر اکسیژن بوده، ارزان قیمت هستند و از نظر ظاهری شفاف، بی‌رنگ، بدون طعم، مقاوم به چربی، انعطاف‌پذیر و دارای خواص مکانیکی مطلوبی می‌باشند. با این حال تاکنون اثر افزودن اسانس‌های گشنیز و لیموترش بر ویژگی‌های فیزیکی فیلم خوراکی کربوکسی‌متیل سلولز حاوی مورد مطالعه قرار نگرفته است. لذا هدف از این پژوهش بررسی تأثیر این دو اسانس در غلظت‌های مختلف بر خصوصیات فیزیکی و مکانیکی فیلم کربوکسی‌متیل سلولز بود. سپس این فیلم بر روی گوشت گوسفند مورد استفاده قرار گرفت و از آنجایی که رنگ گوشت اولین و مهم‌ترین فاکتور در بازار پسندی این محصول است، لذا فاکتورهای رنگی (L^* , a^* , b^*) در کنار pH گوشت نیز در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

دانه‌ی گشنیز گونه *Corianderum Sativum* (تهیه شده از بازار محلی، مشهد)، اسانس لیموترش گونه‌ی *Citrus*

¹Hake

انجام آزمون انتخاب شدند.

مشروط کردن فیلم خوراکی: فیلم‌هایی که برای آزمون نفوذپذیری به بخار آب انتخاب شدند، در دمای $25 \pm 3^\circ\text{C}$ و رطوبت نسبی ۷۵ درصد به مدت ۷۲ ساعت به منظور ایجاد تعادل رطوبتی نگهداری شدند. سایر فیلم‌ها نیز در شرایط مشابه و به مدت ۴۸ ساعت مشروط و برای انجام آزمون مکانیکی آماده شدند (عبدالحق و همکاران ۲۰۱۲، قنبرزاده و الماسی ۲۰۱۱).

اندازه گیری نفوذپذیری به بخار آب

نفوذپذیری به رطوبت^۳ (WVP) فیلم‌ها مطابق روش ثقل‌سنجی و بر مبنای تغییرات حسینی و همکاران انجام شد (حسینی و همکاران، ۲۰۰۹). مقداری کلریدکلسیم بدون آب را در ظرف‌های مخصوص سنجش نفوذپذیری^۴ ریخته سپس سطح ظروف توسط فیلم و با استفاده از پارافین مذاب کاملاً پوشانده شد. کلرید کلسیم به دلیل خاصیت جاذب‌الرطوبه بودن رطوبت نسبی درون ظروف را به صفر می‌رساند. ظروف به دسیکاتور حاوی آب نمک اشباع (آب نمک اشباع در دمای 25°C ، رطوبت ۷۵ درصد ایجاد می‌کند) منتقل شدند. اختلاف رطوبت در دو سطح فیلم باعث ایجاد شیب بخاری معادل $1753/55$ پاسکال شده و تغییرات وزنی ظروف طی زمان توسط ترازوی دیجیتال با دقت $0/0001$ گرم اندازه‌گیری شد. با رسم منحنی تغییر وزن در زمان، خط راستی حاصل شد که شیب این خط تقسیم بر سطح سلول‌ها برابر نرخ عبور بخار آب می‌باشد (حسینی و همکاران ۲۰۰۹، ای.اس.تی. ام ۲۰۱۲) که توسط فرمول ۱ قابل محاسبه است:

$$WVP = \frac{w}{\theta} \times \frac{t \times t}{A \times \Delta p} \quad [1]$$

که w = میزان افزایش وزن به دست آمده از خط راست نمودار (گرم)، θ = زمان که وزن w حاصل شده است (ساعت)، t = ضخامت فیلم (میلی‌متر)، A = سطح نفوذ (فضای بالای ظرف نفوذ بر حسب مترمربع)، Δp = اختلاف فشار بخار (کیلوپاسکال).

lemon (L.) Burm.f.f (تهیه شده از شرکت باریج اسانس)، کربوکسی‌متیل سلولز با دانسیته پایین (تهیه شده از شرکت سیگما آلدریج، آمریکا) کلریدکلسیم بدون آب (از شرکت فلوکا)، امولسیفایر توئین ۸۰ و گلیسرول (تهیه شده از شرکت مرک آلمان)، گوشت گوسفند (تهیه شده از بازار محلی، مشهد).

اسانس‌گیری از بذر گشنیز: برای اسانس‌گیری از دانه‌های گشنیز از روش عصاره‌گیری آبی^۱ استفاده شد. در این روش ۱۰۰ گرم دانه‌ی گشنیز به همراه ۶۵۰ میلی‌لیتر آب شهری در بالن کلونجر ریخته شد و در دستگاه تقطیر حرارت داده شد. از زمان جوشش محتویت بالن به مدت ۳ ساعت زمان اسانس‌گیری در نظر گرفته می‌شود و بعد از آن اسانس جمع‌آوری شد (بخردی و همکاران ۱۳۸۵).

تهیه فیلم خوراکی کربوکسی‌متیل سلولز حاوی اسانس فیلم کربوکسی‌متیل سلولز با کمی تغییر در روش قنبرزاده و همکاران (۲۰۱۰) تهیه گردید. به این منظور محلول ۱ درصد وزنی/حجمی کربوکسی‌متیل سلولز با استفاده از آب دیونیزه تهیه و به دمای $70-80^\circ\text{C}$ رسانده شد. به منظور حل شدن کامل CMC در آب این ترکیب به مدت ۳۰ دقیقه با هم‌زن مغناطیسی (سرعت: ۱۲۰۰ دور در دقیقه) در دمای 70°C هم زده شد. سپس محلول تا دمای محیط سرد و به نسبت ۵۰ درصد وزن پودر کربوکسی‌متیل سلولز، گلیسرول به عنوان نرم‌کننده^۲ به آن افزوده شد. از آنجایی که اسانس‌ها در آب نامحلول‌اند، به این ترکیب ۱ درصد امولسیفایر توئین ۸۰ نیز افزوده شد و هم زدن به مدت ۱۰ دقیقه ادامه یافت. هر یک از اسانس‌های لیموترش و گشنیز در غلظت‌های ۰/۴-۰/۱ درصد وزنی/وزنی به محلول افزوده و ۴ دقیقه هم زده شد. محلول فیلم در قالب‌های پلی‌اتیلنی با ابعاد 10×10 سانتی متر ریخته و یک ساعت در محیط آزمایشگاه قرار داده شد. پس از آن به مدت ۲۰ ساعت فیلم‌ها به منظور خشک شدن در آون 37°C قرار گرفتند. در انتها فیلم‌های بدون شکستگی و حباب برای

³water vapor permeability

⁴Diffusion cell

¹Hydro distillation

²Plasticizer

صورت مستقیم و توسط پلاگین کالر اسپیس کانورتر^۲ به فضای رنگی Lab تبدیل شد (محبی و همکاران ۱۳۸۵).

تجزیه و تحلیل آماری

آزمایشات در سه تکرار و در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل انجام شد. آنالیز واریانس نتایج با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 صورت گرفت و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن و در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نفوذپذیری به بخار آب

نتایج نشان داد افزودن اسانس به محلول فیلم به جز در غلظت ۰/۴ درصد اسانس تأثیر معنی‌داری ($P < ۰/۰۵$) در نفوذپذیری به بخار آب فیلم‌های CMC نداشته است. با این حال با افزایش غلظت اسانس از میزان نفوذپذیری به بخار آب در فیلم کاسته شد (شکل ۱). در مورد اثر نوع اسانس بر نفوذپذیری به بخار آب، هیچ تفاوت معنی‌داری ($P > ۰/۰۵$) بین غلظت‌های مختلف اسانس گشنیز و لیموترش دیده نشد. پیرز و همکاران (۲۰۱۲) و آگریا و همکاران (۲۰۱۳) حضور غلظت‌های ۰/۵ درصد اسانس‌های گیاهی به ترتیب در بستر فیلم خوراکی پروئین ماهی و پروتئین تریپتیکاله به طور معنی‌داری باعث کاهش نفوذپذیری به رطوبت در فیلم عنوان کردند. پرائتو و همکاران (۲۰۰۵)، نسبت ترکیبات آب دوست-آبگریز مواد سازنده فیلم را عامل مهمی در نفوذپذیری به رطوبت فیلم‌های خوراکی بیان کردند. احتمالاً به همین دلیل نیز حضور ۰/۴ درصد اسانس در شبکه فیلم به طور معنی‌داری نفوذپذیری به رطوبت را در فیلم خوراکی CMC کاهش داد، اما در غلظت‌های پایین‌تر اسانس، این ترکیبات نتوانستند اثر معنی‌دار خود را بر ساختار فیلم کربوکسی‌متیل سلولز نشان دهند. احمد و همکاران (۲۰۱۲) غلظت و نوع اسانس را فاکتورهای مهمی در کاهش و افزایش نفوذپذیری به رطوبت فیلم عنوان کردند، آن‌ها نشان دادند در حالی که اسانس علف‌لیمویی باعث کاهش نفوذپذیری به رطوبت در فیلم ژلاتینی می‌شود،

تعیین مقاومت به کشش و ازدیاد طول تا نقطه پارگی

پارامترهای مقاومت به کشش و ازدیاد طول تا نقطه پارگی بر اساس استاندارد ASTM D882-02 و به وسیله‌ی دستگاه بافت‌سنج مدل QTS (CNS Farnell, Essex, UK) اندازه‌گیری شد. فیلم‌ها به ابعاد ۲×۱۴ سانتی‌متر بریده شدند. سپس به اندازه ۲ سانتی‌متر از هر دو انتهای فیلم بین فکها قرار داده شد. فاصله بین دو فک قبل از شروع آزمون ۸ سانتی‌متر بود. فک بالایی با سرعت ۵۰ میلی‌متر بر دقیقه شروع به حرکت کرد و به محض پاره شدن فیلم آزمون پایان یافت و مقدار مقاومت به کشش بر حسب مگاپاسکال بیان شد.

تأثیر فیلم خوراکی بر pH گوشت

ابتدا گوشت‌ها را به قطعاتی با وزن ۵۰ ± ۵ گرم تقسیم و سپس در ۴ گروه؛ بدون پوشش، پوشش‌دار^۱ با فیلم کربوکسی‌متیل سلولز فاقد اسانس، پوشش‌دار با فیلم CMC حاوی ۰/۴ درصد حجمی/حجمی اسانس لیموترش و پوشش‌دار با فیلم CMC حاوی ۰/۴ درصد حجمی/حجمی اسانس گشنیز، دسته‌بندی و در دمای یخچال ($\pm 1^\circ \text{C}$) نگهداری شدند. گوشت‌ها اعم از پوشش‌دار و بدون پوشش را در روزهای صفر، ۲، ۴، ۶ و ۸ نگهداری از فیلم جدا و pH گوشت مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۲۸ اندازه‌گیری شد (استاندارد ملی ۱۰۲۸، ۱۳۸۶).

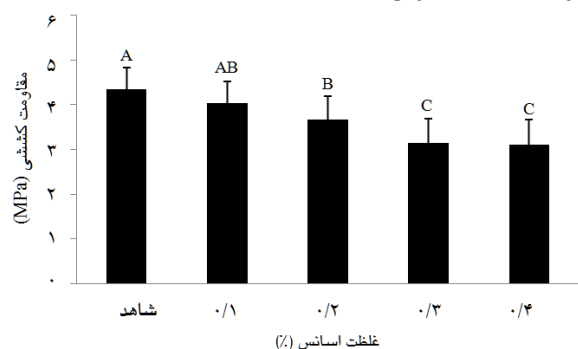
تأثیر فیلم تولید شده بروی رنگ گوشت

پس از خارج کردن گوشت‌ها از یخچال و حذف پوشش آن‌ها در روزهای تعیین شده، بررسی مؤلفه‌های رنگی گوشت به روش پردازش تصویر انجام شد. برای این کار از جعبه چوبی سیاه با ابعاد $۰/۵ \times ۰/۵ \times ۰/۸$ متر استفاده شد. نورپردازی جعبه با ۱۶ مهتابی فلوروسنت (۱۰ وات) انجام شد. تصویربرداری توسط دوربین دیجیتالی ۸ مگاپیکسل (کانن EOS، پاورشات، تایوان) و از فاصله ۲۰ سانتی‌متری سطح گوشت صورت گرفت. پردازش تصاویر توسط نرم‌افزار Image-J 1.44 انجام شد. فضای رنگی RGB به

² Color space converter

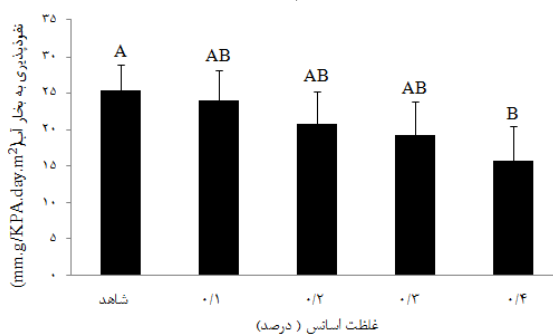
¹ (Wrapping) به طریقه لفافه پیچی

معنی‌دار ($P < 0.05$) مقاومت به کشش فیلم CMC را به دنبال داشت (شکل ۲). این نتایج با یافته‌های محققان دیگر منطبق بود (احمد و همکاران ۲۰۱۳، حسینی و همکاران ۲۰۰۹، قاسملو و همکاران ۲۰۱۳، آگریا و همکاران ۲۰۱۳). قاسملو و همکاران (۲۰۱۳) دلیل این امر را تأثیر لیپیدها بر زنجیره‌ی نشاسته عنوان کردند، به طوری که فاز پلی‌ساکاریدی خالص نسبت به فاز حاوی چربی از مقاومت کششی بیش‌تری برخوردار بود. بورتوم (۲۰۰۹) عنوان کرد، افزودن ترکیبات آگریز به ساختار فیلم، خصوصیات مکانیکی فیلم را تضعیف می‌کند. حسینی و همکاران (۲۰۱۰) نیز دلیل این امر را تخریب شبکه‌ی فیلم در نتیجه افزودن اسانس دانستند. اما نتایج برخی محققین متفاوت از یافته‌های حاصل از این پژوهش بود (حسینی و همکاران ۲۰۰۹، پیرس و همکاران ۲۰۱۲، گنزالز و همکاران ۲۰۰۹، فازیلا و همکاران، ۲۰۰۶). برای مثال حسینی و همکاران (۲۰۰۹) برهم‌کنش پلیمر کیتوزان و اسانس دارچین و ایجاد اتصالات سراسری و کاهش تحرک ملکولی پلیمر را علت افزایش مقاومت کششی فیلم کیتوزان حاوی اسانس دارچین دانستند. پیرس و همکاران (۲۰۱۲) اثر افزودن اسانس سنبل هندی را به فیلم پروتئین ماهی بی‌تأثیر اعلام کردند، اما در عین حال افزودن اسانس ترخون و گشنیز را عامل ایجاد فیلمی ضعیف‌تر با الاستیسیته‌ی کم‌تر نسبت به نمونه‌ی شاهد عنوان کردند.



شکل ۲ - تأثیر غلظت اسانس بر مقاومت کششی فیلم CMC حاوی اسانس (مقایسه میانگین در سطح ۵٪)

اسانس روغنی ترنج در غلظت بالای ۰/۵ درصد نفوذپذیری به رطوبت را در فیلم ژلاتینی افزایش می‌دهد. دلیل این امر قرار گرفتن این مولکول‌های غیر آب‌دوست اسانس ترنج در بین زنجیره‌ی ژلاتین و به هم‌ریختگی در شبکه‌ی منظم فیلم عنوان شد. اما حضور درصدهای بالای اسانس علف‌لیمویی به دلیل خاصیت هیگروسکوپیگ متفاوت از ترنج کاهش نفوذپذیری به رطوبت را به دنبال داشت (احمد و همکاران ۲۰۱۲). اتارس و همکاران (۲۰۱۰) افزودن ترکیبات آگریز مانند اسانس‌های روغنی را دلیل کافی برای کاهش نفوذپذیری به رطوبت فیلم‌های خوراکی ندانستند. آن‌ها علت بی‌تأثیر بودن اسانس بر نفوذپذیری به بخار آب فیلم را در پژوهش خود اثر متقابل شبکه پروتئینی و اسانس عنوان کردند که باعث کاهش خاصیت آگریزی اسانس شده بود (اتارس و همکاران ۲۰۱۰). زینوویا و همکاران (۲۰۰۹) نیز حضور اسانس را با دلایل اتارس و همکاران (۲۰۱۰) بر روی کاهش نفوذپذیری به بخار آب بی‌تأثیر دانستند (زینوویا و همکاران ۲۰۰۹).



شکل ۱ - اثر غلظت اسانس بر نفوذپذیری به بخار آب فیلم CMC حاوی اسانس (مقایسه میانگین در سطح ۵٪)

مقاومت کششی فیلم

نوع اسانس اختلاف معنی‌داری روی مقاومت به کشش فیلم‌های خوراکی تهیه شده از کربوکسی‌متیل سلولز ایجاد نکرد ($P > 0.05$) و میانگین مقاومت به کشش فیلم‌های خوراکی حاوی اسانس لیموترش و گشنیز به ترتیب ۳/۵۴ و ۳/۴۰۵ مگاپاسکال بود.

در مورد اثر غلظت اسانس بر مقاومت به کشش فیلم باید گفت، افزودن اسانس در غلظت ۰/۲ درصد و بالاتر کاهش

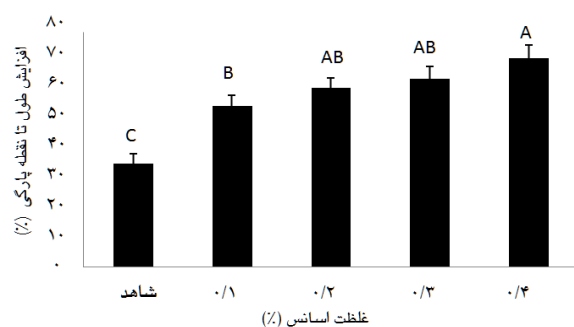
ازدیاد طول تا نقطه پارگی

نتایج نشان داد، علی‌رغم این‌که ازدیاد طول تا نقطه‌ی پارگی در فیلم کربوکسی‌متیل سلولز حاوی اسانس لیموترش بیش‌تر از فیلم حاوی اسانس گشنیز گزارش شد (به ترتیب $64/406$ و $55/890$ درصد). تفاوت بین دو اسانس در سطح 5 درصد معنی‌دار نبود. با این حال افزودن اسانس اختلاف معنی‌داری ($P < 0/05$) در ازدیاد طول تا نقطه پارگی فیلم‌های خوراکی کربوکسی‌متیل سلولز ایجاد کرد ($P < 0/05$)، که این میزان با افزایش غلظت اسانس بین 30 تا 70 درصد افزایش نشان داد (شکل ۳). دلیل این امر به تشکیل ساختار پیچیده بین چربی‌ها و پلیمرهای نشاسته برمی‌گردد که باعث کاهش چسبندگی نیروهای شبکه نشاسته و متعاقباً کاهش مقاومت فیلم به شکستن می‌شود (قاسم‌لو و همکاران ۲۰۱۳). زیناویادو و همکاران (۲۰۰۹) گزارش دادند با افزایش درصد اسانس پونه کوهی در فیلم‌های خوراکی پروتئین آب‌پنیر درصد ازدیاد طول این فیلم افزایش می‌یابد که دلیل آن تضعیف پیوندهای درون شبکه‌ای فیلم عنوان شد. آگریا و همکاران (۲۰۱۳) نیز بیان داشتند از آنجایی که اسانس در دمای اتاق مایع است، حضورش در ساختار فیلم به شکل قطرات چربی است و به راحتی می‌تواند تغییر شکل داده و باعث افزایش طول فیلم تا نقطه‌ی پارگی فیلم شود. این نتایج با نتایج دانشمندان دیگر نیز منطبق بود (فازایلا و همکاران ۲۰۰۶، زیناویادو و همکاران ۲۰۰۹، احمد و همکاران ۲۰۱۲، آگریا و همکاران ۲۰۱۳). اما محققینی نیز نتایج متفاوتی به دست آوردند. برای مثال حسینی و همکاران (۲۰۰۹) افزودن اسانس دارچین در ساختار فیلم کیتوزان را باعث ایجاد اتصالات سراسری در فیلم و متعاقباً کاهش درصد افزایش طول فیلم در لحظه پاره شدن دانستند. همچنین طبق پراناتو و همکاران (۲۰۰۵) میزان رطوبت فیلم را در افزایش طول فیلم تا لحظه‌ی پارگی مؤثر دانستند. آن‌ها بیان داشتند، از آنجایی که آب نوعی پلاستی‌سایزر همیشگی و غیرقابل کنترل در فیلم‌های تولید شده از هیدروکلوئیدهاست، توانایی اصلاح ساختار پلیمرهای طبیعی را داشته و به همین دلیل

درصد افزایش طول (کرنش) فیلم با افزایش درصد رطوبت کاهش می‌یابد (پراناتو و همکاران ۲۰۰۵). در مجموع کاهش در مقاومت کششی و افزایش طول تا نقطه‌ی پارگی فیلم در اثر افزودن اسانس روغنی یک نتیجه‌ی عمومی است.

اثر فیلم خوراکی بر pH گوشت

pH گوشت فاقد پوشش به طور معنی‌داری از pH گوشت پوشیده شده با فیلم خوراکی بیش‌تر بود ($P < 0/05$).



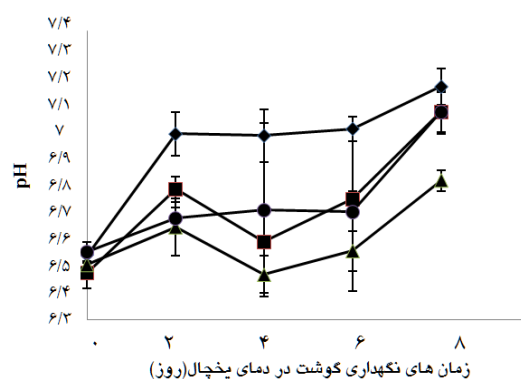
شکل ۳- اثر غلظت اسانس بر ازدیاد طول فیلم تا نقطه پارگی (مقایسه میانگین در سطح ۵٪)

دلیل احتمالی این امر می‌تواند فعالیت بیش‌تر میکروارگانیزم‌ها در گوشت فاقد پوشش و به دنبال آن تجزیه پروتئین گوشت، تولید ترکیبات ازته و نهایتاً ایجاد خاصیت بازی در گوشت باشد (کندی و همکاران ۲۰۰۵). همچنین pH گوشت پوشیده شده با فیلم کربوکسی‌متیل سلولز-اسانس لیموترش از pH گوشت دارای فیلم کربوکسی‌متیل سلولز-اسانس گشنیز به طور معنی‌داری پایین‌تر بود که می‌تواند به دلیل pH اسیدی اسانس لیموترش باشد.

اثر زمان نگهداری گوشت در یخچال روی pH گوشت معنی‌دار بود ($p < 0/05$) و با گذشت زمان بر pH گوشت افزوده شد (میانگین pH گوشت‌ها در روزهای صفر، ۲، ۴، ۶ و ۸ روز به ترتیب $6/7658$ ، $6/76975$ ، $6/78808$ ، $6/52417$ ، $7/04917$ بود) که احتمالاً به دلیل افزایش فعالیت میکروارگانیزم‌ها بوده است.

کم‌تر از مؤلفه‌ی L^* گوشت دارای پوشش CMC فاقد اسانس بود، طبق نظر هوآنگ و همکاران (۲۰۱۰) به نظر می‌رسد، دلیل احتمالی این امر خاصیت آنتی‌اکسیدانی قوی اسانس لیموترش باشد. لینارش و همکاران (۲۰۰۷) نیز اعلام کردند اکسیداسیون لیپیدی قویاً در تغییر شاخص L^* در گوشت گوسفند نقش دارد. در روز هشتم دیده شده که مؤلفه L^* در گوشت پوشش داده شده با فیلم CMC حاوی اسانس لیموترش نسبت به سایر گوشت‌های تیمار شده و نمونه‌ی شاهد به طور معنی‌داری کمتر است. این در حالی است که در روز ششم نگهداری اختلاف معنی‌داری بین این پوشش و پوشش CMC با اسانس گشنیز و بدون اسانس دیده نشد. احتمالاً دلیل این کاهش در روز هشتم افزایش pH گوشت‌های پوشش داده شده با CMC حاوی اسانس لیموترش است. آبریل و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که در گوشت گاو بین مؤلفه L^* و pH گوشت رابطه عکس وجود دارد (آبریل و همکاران ۲۰۰۱). با اندازه‌گیری ضریب پیرسون بین میزان pH و مؤلفه‌ی L^* در گوشت‌های تیمار شده با پوشش‌های مختلف در روز هشتم نیز مشخص شد بین این فاکتور ضریب همبستگی منفی بسیار بالایی (۰/۹۴۹-) وجود دارد (لازم به ذکر است بین pH و مؤلفه‌های a^* و b^* همبستگی معنی‌داری وجود نداشت). لذا به نظر می‌رسد در بازه زمانی هشت روز رابطه بین pH و حضور اسانس در ماتریکس فیلم CMC باعث شده است پارامتر رنگی L^* گوشت افزایش یابد. این امر در پوشش CMC حاوی اسانس گشنیز مشهودتر بود. از روز چهارم نیز به بعد این امر در پوشش CMC حاوی اسانس لیمو نیز دیده می‌شود. کرکاستسوک و بورتوم (۲۰۰۸) در توجیه نتایج مشابه با نتایج به دست آمده در این پژوهش بیان داشتند ترکیبات غیر قطبی (اسانس‌های روغنی) در مقادیر بالا به دلیل افزایش فضای آزاد بین زنجیره‌های پلیمری نفوذپذیری به گازها را افزایش می‌دهند.

نتایج نشان داد مؤلفه a^* در گوشت حاوی فیلم CMC فاقد اسانس به طور معنی‌داری کمتر از نمونه‌ی شاهد است. این امر می‌تواند به دلیل تشکیل مت‌میوگلوبین حاصل از کاهش



شکل ۴- تاثیر متقابل نوع پوشش و زمان نگهداری بر pH گوشت گوسفند

◆ = بدون پوشش، ■ = پوشش CMC، ▲ = پوشش CMC حاوی ۰/۴٪ اسانس لیموترش، ● = پوشش CMC حاوی ۰/۴٪ اسانس گشنیز.

بررسی اثر فیلم CMC بر رنگ گوشت

در جدول ۱ مقادیر $L^*a^*b^*$ گوشت در طول زمان آورده شده است. پارامتر L^* بیانگر روشنایی رنگ است. مقادیر صفر بیانگر رنگ سیاه و ۱۰۰ معرف رنگ سفید است. مؤلفه‌ی a^* مقادیر بین قرمز و سبز هستند. مقادیر منفی توصیف کننده رنگ سبز و مقادیر مثبت توصیف کننده رنگ قرمز است. فاکتور b^* مقادیر بین زرد و آبی را نشان می‌دهد. مقادیر منفی نشان دهنده رنگ آبی و مقادیر مثبت نشان دهنده رنگ زرد هستند (محبی و همکاران ۱۳۸۵). نتایج نشان داد در روز دوم تا ششم مؤلفه رنگی L^* گوشت پوشیده شده با فیلم CMC از L^* گوشت فاقد پوشش با اختلاف معنی‌داری پایین‌تر بود. زمانی که وارگاس و همکاران (۲۰۱۱) همبرگر را با پوشش کیتوزان تیمار کردند، میزان مت‌میوگلوبین در طول دوره‌ی نگهداری در نمونه‌های دارای پوشش به طور معنی‌داری بالا رفت. آن‌ها دلیل این امر را نفوذپذیری محدود فیلم پلی‌ساکاریدی کیتوزان به اکسیژن عنوان کردند. به نظر می‌رسد، تغییر رنگ گوشت‌ها در نمونه‌های حاوی پوشش در این مطالعه نیز به دلیل مشابهی برمی‌گردد. در روز دوم نگهداری گوشت در یخچال، مؤلفه رنگی L^* گوشت حاوی فیلم کربوکسی‌متیل سلولز- اسانس لیموترش به طور معنی‌داری

غلظت اکسیژن باشد (سولداتا و همکاران ۲۰۰۹). هم‌چنین مؤلفه a^* گوشت پوشیده شده با فیلم CMC حاوی اسانس لیموترش نسبت به دو پوشش دیگر تا انتهای روز چهارم احتمالاً به دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالای اسانس لیموترش با اختلاف معنی‌داری کمتر بود، اما بعد از این زمان فاکتور a^* در روز ششم و هشتم بیش‌تر از فیلم CMC بدون اسانس بود. با این حال، این اختلاف در سطح ۵ درصد معنی‌دار نبود. در مورد اثر گذشت زمان بر فاکتور a^* (قرمزی) باید گفت با افزایش زمان نگهداری از میزان این فاکتور در گوشت در تمام نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاسته شد. سولداتا و همکاران (۲۰۰۹) نیز در پژوهش خود بیان کردند، فاکتور قرمزی گوشت بدون توجه به شرایط بسته‌بندی و اکسیژن محیط کاهش می‌یابد.

در مورد فاکتور b^* باید گفت این فاکتور در تمام گوشت‌های پوشیده شده با فیلم CMC نسبت به نمونه‌ی شاهد به طور معنی‌داری کم‌تر بود. در روز دوم پوشش‌های حاوی اسانس نسبت به پوشش فاقد اسانس به طور معنی‌داری زردی کم‌تر نشان دادند با این حال این روند از روز چهارم به بعد برعکس شد و نمونه‌های دارای پوشش حاوی اسانس فاکتور زردی بیش‌تری را نسبت به نمونه‌ی بدون اسانس نشان دادند که در روز چهارم و هشتم این تفاوت به ترتیب در پوشش حاوی اسانس گشنیز و اسانس لیمو معنی‌دار بود (جدول ۱). شاید بتوان گفت وجود اکسیژن کم‌تر در نمونه‌های حاوی پوشش باعث کاهش مقدار فاکتور b^* شده است. با این حال سولداتا و همکاران (۲۰۰۹) اثر رشد میکروبی و اکسیداسیون را بر فاکتور زردی بی‌معنی عنوان کردند.

جدول ۱- مقادیر پارامترهای رنگی گوشت‌های شاهد و پوشش‌دار با فیلم CMC حاوی اسانس در دمای ۴°C

زمان نگهداری (روز)	۰	۲	۴	۶	۸
L*					
شاهد	۲۷/۷۴۲ ^B	۲۸/۵۷۷ ^B	۳۰/۹۶۱ ^{۳A}	۳۲/۸۲۶ ^A	۳۴/۸۷۴ ^{۶C}
CMC	۲۷/۹۴۹ ^B	۱۴/۴۲۲ ^D	۲۷/۶۴۵ ^{۵A}	۱۱/۷۷۱ ^{۵C}	۲۷/۰۹۱ ^{۵B}
CMC + LO	۲۴/۷۲۹ ^C	۱۳/۷۱۲ ^D	۲۹/۷۷۴ ^{۵A}	۱۲/۳۳۹ ^{۷C}	۲۹/۱۹۰ ^{۵A}
CMC + CO	۳۱/۳۷۵ ^A	۱۴/۴۰۷ ^D	۲۸/۱۹۸ ^{۲A}	۱۷/۷۱۲ ^B	۲۸/۸۵۱ ^A
a*					
شاهد	۲۳/۰۷۰ ^{۰A}	۲۳/۷۹۴ ^A	۲۳/۶۸۸ ^A	۲۵/۱۲۸ ^{۳A}	۲۲/۴۲۱ ^{AB}
CMC	۲۲/۴۹۵ ^A	۱۵/۶۳۶ ^B	۲۱/۶۲۵ ^A	۱۰/۰۷۷ ^{BC}	۲۱/۱۲۱ ^{۵B}
CMC + LO	۲۱/۱۴۱ ^A	۸/۹۹۴ ^C	۲۲/۶۴۹ ^{۴A}	۶/۱۲۰ ^{۵C}	۲۳/۳۹۴ ^{۷AB}
CMC + CO	۲۳/۳۷۰ ^A	۱۳/۳۵۳ ^B	۲۳/۴۹۶ ^{۷A}	۱۳/۰۱۱ ^B	۲۲/۷۰ ^{AB}
b*					
شاهد	۱۶/۴۳۹ ^{CD}	۱۷/۵۹۴ ^B	۱۷/۴۳۷ ^{۶A}	۱۹/۳۰۳ ^{۳A}	۱۹/۰۰۲ ^{۳AB}
CMC	۱۷/۴۷۳ ^{BC}	۱۱/۷۱۰ ^E	۱۷/۱۴۲ ^{۳A}	۷/۶۹۹ ^C	۱۶/۶۱۱ ^C
CMC + LO	۱۵/۹۸۰ ^D	۸/۵۲۱ ^F	۱۸/۵۹۲ ^A	۸/۰۵۸ ^C	۱۶/۹۱۹ ^C
CMC + CO	۲۰/۲۲۷ ^{۰A}	۱۰/۸۳۸ ^F	۱۸/۸۰۹ ^{۲A}	۱۳/۲۹۳ ^{۸B}	۱۸/۷۳۰ ^B

* حروف مشترک در یک سطر و یا یک ستون مشخص‌کننده‌ی عدم اختلاف معنی‌دار بین دو نمونه است

نتیجه گیری

فیلم CMC نداشت. در نتیجه‌ی افزودن اسانس به فیلم، مقاومت به کشش فیلم‌ها تضعیف و ازدیاد طول تا نقطه‌ی پارگی فیلم‌ها افزایش یافت. حضور فیلم کربوکسی‌متیل سلولز (با یا بدون اسانس) باعث کاهش pH گوشت شد و

افزودن هر یک از اسانس‌های گشنیز و لیموترش به فیلم خوراکی کربوکسی‌متیل سلولز به جز در غلظت ۰/۴ درصد حجمی/حجمی تأثیر معنی‌داری در نفوذپذیری به بخار آب

داشتند. در مجموع می‌توان گفت علی‌رغم این‌که افزودن اسانس‌های گشنیز و لیموترش به پلیمر کربوکسی‌متیل سلولز باعث بهبود نسبی خواص مکانیکی و کاهش نفوذپذیری به بخار آب فیلم خوراکی CMC شد اما روی مؤلفه‌ی رنگ گوشت قرمز تأثیر معنی‌داری داشت و احتمالاً استفاده از آن بر روی سایر گوشت‌ها نتایج بهتری را در پی خواهد داشت.

گوشت دارای فیلم کربوکسی‌متیل سلولز-اسانس لیموترش کمترین pH را داشت. گوشت پوشیده شده با فیلم حاوی اسانس لیموترش کمترین و گوشت پوشیده شده با فیلم حاوی اسانس گشنیز بالاترین فاکتور L^* را داشتند. مؤلفه‌ی a^* در گوشت‌های پوشش‌دار به طور معنی‌داری کمتر از گوشت‌های بدون پوشش بود. گوشت پوشیده شده با فیلم حاوی اسانس لیموترش و گوشت فاقد پوشش به ترتیب کم‌ترین و بیش‌ترین مؤلفه‌ی b^* را

منابع مورد استفاده

- بخردی ر و خیاط کاشانی م، ۱۳۸۵. کاربردهای درمانی اسانس‌های گیاهی. انتشارات مرسل، کاشان.
- بی‌نام، ۱۳۸۶. استاندارد ملی ایران ۱۰۲۸، گوشت و فراورده‌های آن-تعیین PH روش آزمون مرجع، تجدید نظر اول. مؤسسه استاندارد و تحقیقات ایران.
- خشنودی‌نیا س، صداقت ن و رادمردقدیری، غ، ۱۳۹۲. استفاده از پوشش‌های خوراکی به منظور افزایش کیفیت و پایداری اکسیداتیو دانه‌های آجیلی. فصلنامه‌ی علوم و فنون بسته‌بندی، سال چهارم، شماره ۱۴. صفحه‌های ۱۶ تا ۳۱.
- قنبرزاده ب، رزمی‌راد ا، الماسی ه و زاهدی، ۱۳۸۸. مروری بر خواص کابردی فیلم‌های خوراکی حاصل از آب‌پنیر، مجله‌ی مهندسی شیمی ایران. سال هشتم، شماره‌ی ۴۱. صفحه‌های ۲۰ تا ۳۱.
- محبی م، اکبرزاده توتونچی م، شهیدی ف و پورشهایی م، ۱۳۸۵، بررسی امکان کاربرد ماشین بینایی و شبکه‌ی عصبی مصنوعی در پیش‌بینی میزان رطوبت میگوی خشک‌شده، صفحه‌های ۲ تا ۱۴ چهارمین کنفرانس ماشین بینایی و پردازش تصویر ایران. دانشگاه فردوسی، مشهد.
- Abdul Haq M, JunaidAlam M and Hasnain A, 2013. Gum Cordia: A novel edible coating to increase the shelf life of Chilgoza(Pinusgerardiana). LWT-Food Science Technology 50: 306-311.
- AbriIM, Campo MM, Onenc A, Sanudo C, Alberti P and Negueruela AI, 2001. Beef colour evolution as a function of ultimate pH. Meat Science 58: 69-78.
- AguirreaA, Borneoa R and Leona AE, 2013. Antimicrobial, mechanical and barrier properties of triticale protein films incorporated with oregano essential oil. Food Bioscience 1: 2-9.
- Ahmad M, Benjakul S, Prodpran T and Agustini TW, 2012. Physico-mechanical and antimicrobial properties of gelatin film from the skin of unicorn leatherjacket incorporated with essential oils. Food Hydrocolloid 28: 189-199.
- Anonymous, 2002. Standard method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting. ASTM, Designation D882-02. 2002. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Anonymous, 2012. Standard test methods for water vapor transmission of material, ASTM Standard E96/E96M. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Atares L, Bonilla J and Chiralt A, 2010. Characterization of sodium caseinate-based edible films incorporated with cinnamon or ginger essential oils. Journal Food Engineering 100: 678-687.
- Atares L, De Jesús C, Talens P and Chiralt A, 2010. Characterization of spi-based edible films incorporated with cinnamon or ginger essential oils. Journal Food Engineering 99 (3): 384-391.
- Bourtoom T, 2009. Edible protein films: properties enhancement. Int Food Res J 16: 1-9.

- Fazilah A, Maizura M and Norziah MH, 2006. Antimicrobial Activity and Physical properties of Sago starch – Alginate edible film incorporate with lemon grass essential oil. Pp. 32-35. National Conference Food Science and Nutrition. Tehran, Iran.
- Ghanbarzadeh B and Almasi H, 2011. Physical properties of edible emulsified based on carboxymethyl cellulose and oleic acid. *International Journal Biology Macromolecules* 48: 44-49.
- Ghasemlou M, Aliheidari N, Fahmi R, Shojaee-Aliabadi S, Keshavarz B, Cran MJ and Khaksar R, 2013. Physical, mechanical and barrier properties of cornstarch films incorporated with plant essential oils. *Carbohydrate polymers, Carbohyd Polym* 98 (1): 1117-1126
- Hosseinin MH, Razavi SH, and Mousavi MA, 2009. Antimicrobial, physical and mechanical properties of chitosan-based films incorporated with thyme, clove and cinnamon essential oils. *Journal Food Process Pres* 33: 727-743.
- Huang Y, Hong P and Song J, 2010. Evaluation of antioxidant and antitumour activities of lemon essential oil. *J of Med Plants Res* 4(18): 1910-1915.
- Keerekasetsuk S and Bourtoom T, 2008. Influence of plasticizers on the properties of edible film from mung bean protein, 14th World Congress of Food Science and Technology, Shanghai China.
- Kennedy C, Buckley D J and Kerry JP, 2005. Influence of different gas compositions on the short-term, storage stability of mother-packaged retail ready lamb packs. *Meat Science* 69: 27–33.
- Khlijji S, Van D. Ven R, Lamb TA, Lanza M and Hopkins LD, 2010. Relation between consumer ranking of lamb colour and objective measures of colour. *Meat Science* 85: 224-229.
- Linares MB, Berruga MI, Brnezn R and Vergara H, 2007. Lipid oxidation of lambmeat: Effect of the weight, handling previous slaughter and modified atmospheres. *Meat Science* 76: 715–720.
- Pavlati AE and Orts W, 2009. Edible films and coatings: why, what, and how? Pp. 1-23. In: Embuscado ME and Huber KC (eds.). *Edible films and coatings for food applications* (pp. 1-23) New York: Springer.
- Pires C, Ramos C, Teixeira B, Batista I, Nunes ML and Marques A, 2013. Hake proteins edible films incorporated with essential oils: Physical, mechanical, antioxidant and antibacterial properties. *Food Hydrocolloid* 30: 224-231.
- Pranoto Y, Salokhe VM and Rakshit SK, 2005. Physical and antibacterial properties of alginate-based edible film incorporated with garlic oil. *Food Research International* 38(3): 267-272.
- Soldatou N, Nerantzaki A, Kontominas MG. and Savvaidis IN, 2009. Physicochemical and microbiological changes of Souvlaki –A Greek delicacy lamb meat product: Evaluation of shelf-life using microbial, colour and lipid oxidation parameters. *Food Chemistry* 113: 36–42.
- Vanderlei C, Souza VC, Monte ML and Pinto LAA, 2011. Preparation of biopolymer film from chitosan modified with lipid fraction, *International Journal Food Science Technology* 46: 1856–1862.
- Vargasa M, Albors A and Chiralt A, 2011. Application of chitosan-sunflower oil edible films to pork meat hamburgers. *Procedia Food Science* 1:39-43.
- Zinoviadou K, Koutsoumanis KP and Biliaderis C, 2009. Physico-chemical properties of whey protein isolate films containing oregano oil and their antimicrobial action against spoilage floa of fresh beef. *Meat Science* 82: 338–345.

Physical and mechanical properties of carboxymethyl cellulose based films containing essential oil and effect of films on lamb-meat color using image processing

M Mohamad Hosseini¹, N Sedaght^{2*}, S Khoshnoudi-nia³, MB Najafi⁴ and A Kochehi²

Received: January 13, 2014 Accepted: June 02, 2014

¹MSc Graduate, Department of Food Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad, Iran

²Associate Professor, Department of Food Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad, Iran

³MSc Student, Department of Food Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad, Iran

⁴Professor, Department of Food Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad, Iran

*Corresponding author: E-mail: sedaghat@um.ac.ir

Abstract

In this work two essential oils, coriander (CO) and lemon (LO) at four levels (0.1- 0.4% v/v solution of film), were incorporated into Carboxymethyl cellulose (CMC) films using a solution casting method to improve the mechanical (tensile strength (TS), elongation at break (EB)) and water vapour permeability (WVP) properties. Also the effect of these films on pH and color of meat were investigated. Increasing the content of CO or LO from 0.1% to 0.4% increased EB values from 30 to 70% and they significantly ($p < 0.05$) reduced TS value. The CMC incorporated with 0.4% of essence had significantly decreases WVP. The CMC Film containing 0.4% v/v of each essential oil was applied to the surface of lamb meat. The changes occurred in color parameters (L^* , a^* and b^*) and pH of samples was determined during 8 days of storage at 4 ± 1 °C coating with CMC film, with or without essential oils, reduces pH of meat which the lowest pH was related to samples wrapped with CMC-LO film. All of the CMC-based films significantly ($p < 0.05$) decrease L^* and b^* parameters of coated lamb meat as compared to uncoated samples. Incorporation of essential oil, especially LO, to the CMC matrix led to a reduction a^* value. These results suggest that CO and LO have the potential to be directly incorporated into CMC, improving mechanical properties and WVP to prepare good biodegradable films for various food packaging applications, but using of this films in lamb meat had unfavorable effect on the color of meat.

Keywords: Carboxymethyl cellulose film, Essence, Color parameters, Lamb meat, Mechanical properties.