مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

تأثیر عصاره زردچوبه و امگا۳ ریزپوشانی شده با لسیتین سویا بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی همبرگر

سید محمد حسین قدیری[۱]، محمد احمدی[۲*]، سیداحمد شهیدی[۳]، پیمان آریایی[٤]، لیلا گلستان[٥]

۱-دانشجوی دکترا، گروه بهداشت مواد غذایی، واحد آیت ا... آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران.

۲- دانشیار، گروه بهداشت مواد غذایی، واحد آیت ا... آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران،

۳- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد آیت ا... آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران.

٤- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد آیت ا... آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران.

٥- استادیار، گروه بهداشت مواد غذایی، واحد آیت ا... آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱٤۰۱/۱۱/۰٤

تاریخ پذیرش: ۱٤۰۱/۱۲/۱٦

کلمات کلیدی:

امگا۳،

ریزپوشانی،

زردچوبه،

همبرگر.

DOI: 10.22034/FSCT.20.134.71

DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.134.6.0

* مسئول مکاتبات:

drahmady@gmail.com

چکیده

در این مطالعه تأثیر عصاره زردچوبه و امگا۳ ریزپوشانی شده با لسیتین سویا بر خصوصیات همبرگر طی دوره ۱۲ روزه نگهداری بررسی شد. نتایج نشان داد در طی نگهداری به مدت ۱۲ روز، بیشترین pH و ظرفیت نگهداری آب مربوط به نمونه شاهد بود. میزان رطوبت اولیه همبرگرها، حدود ۵۲ درصد بود که پس از دوره نگهداری کاهش معنی‌داری یافت ($P<0.05$). کمترین جمع شدگی مربوط به نمونه شاهد بود و بیشترین افت پخت در روز اول نگهداری مشاهده شد. در همه روزهای مورد بررسی، بیشترین میزان باز فرار مربوط به نمونه شاهد بود. اسیدهای چرب آزاد طی نگهداری افزایش معنی‌داری یافت ($P<0.05$). نمونه‌های حاوی عصاره‌ها ازلحاظ ویژگی‌های بافتی تفاوت معناداری با نمونه‌های شاهد نداشتند. تیمارهای ریزپوشانی شده تعداد باکتری کمتری نسبت به عصاره‌های آزاد داشتند. نمونه شاهد به‌طور معنی‌داری کمترین امتیاز در کلیه خصوصیات حسی را دریافت کرد. به‌طورکلی کیفیت همبرگرهای حاوی عصاره ریزپوشانی شده زردچوبه و امگا۳ نسبت به نمونه شاهد بهبود یافت.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.134.6.0]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.134.71]

۱- مقدمه

گوشت یکی از مهم‌ترین منابع پروتئینی محسوب می‌شود که علاوه بر پروتئین (اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری) حاوی مواد معدنی مانند آهن و روی، اسیدهای چرب و انواع ویتامین‌ها است که این ترکیبات آن را در زمره بهترین و کامل‌ترین مواد غذایی قرار می‌دهد [۱]. امروزه مصرف گوشت قرمز و فرآورده‌های آن به‌طور گسترده‌ای در سراسر جهان رو به افزایش است. یکی از مهم‌ترین فرآورده‌های گوشتی مربوط به گوشت قرمز همبرگر می‌باشد که از جهت ارزش تغذیه‌ای بالا، خوش‌طعمی و نحوه مصرف آسان و همچنین عدم وجود افزودنی‌های شیمیایی در فرآیند تولید آن، موردتوجه مصرف‌کنندگان قرار گرفته است. بنا به تعریف استاندارد، همبرگر از گوشت چرخ‌کرده دام‌های حلال گوشت به‌ویژه گاو، گوساله و گوسفند همراه یا بدون افزودن چربی و ادویه‌جات و سبزی‌ها مانند پیاز و سیر که به‌وسیله دستگاه مکانیکی مخصوص با وزن ۱۰۰گرم تهیه شده و در بین کاغذهای مومی مجاز، به‌صورت منجمد عرضه می‌گردد [۲]. گوشت حیوانات منبع مناسبی برای رشد میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و انگل‌ها بوده و می‌تواند از طریق زنجیره‌های غذایی سبب ایجاد بیماری در انسان شود. رشد میکروارگانیسم‌ها در دوره نگهداری عامل اصلی در تنزل کیفیت گوشت و فرآورده‌های گوشتی است [۳]. گسترش بیماری‌های مرتبط با غذا در کنار مشکلات اجتماعی و اقتصادی ناشی از آن، لزوم تولید مواد غذایی سالم و به‌تبع آن استفاده از ترکیبات ضدمیکروبی جدید و تا حد امکان غیر سنتزی را ایجاد نموده است [٤]. از زمان کشف داروهای شیمیایی و ترکیبات ضدمیکروبی، گرچه کنترل عفونت‌های غذایی امکان‌پذیر شده، اما بااین‌وجود، برخی باکتری‌ها به ترکیبات فوق مقاوم هستند [٥]. علاوه بر این، نگرانی‌هایی به جهت ایمنی اثر افزودنی‌های مصنوعی و عوارض نگه‌دارنده‌های شیمیایی بر سلامت انسان مطرح گردیده که توجهات را به بحث جایگزینی آنها با ترکیبات ضدمیکروبی طبیعی را جلب کرده است [٦].

زردچوبه از خانواده زنجبیل با نام علمی *Curcuma longa* و با نام انگلیسی Turmeric شناخته می‌شود. کورکومین ماده مؤثره گیاه زردچوبه است. علاوه بر کورکومین ترکیبات شیمیایی متعدد از جمله روغن‌های فرار، آلفا و بتا تورمرین و مواد دیگر از جمله آرابینوز، فروکتوز، گلوکز و نشاسته در گیاه زردچوبه وجود دارد. رنگ زردچوبه مربوط به مواد رنگی مثل کورکومین، دس- متوکسی کورکومین و بی سدس متوکسی است [۷].

اسید چرب امگا ۳ خانواده‌ای از اسیدهای چرب اشباع نشده هستند که اولین پیوند دوگانه آن‌ها بین سومین و چهارمین کربن در زنجیره کربنی قرار گرفته‌است [۸]. اسیدهای چرب امگا ۳ برای تنظیم فعالیت‌های بدن انسان ضروری هستند ولی در بدن انسان ساخته نمی‌شوند. امگا ۳ از سه اسید چرب تشکیل‌شده که عبارت‌اند از: آلفا-لینولنیک اسید (ALA)، ایکوزا پنتانوئیک اسید (EPA) و دوکوزاهگزائنوئیک اسید (DHA). آلفا-لینولنیک اسید در گردو، دانه‌های چیا، برخی از انواع لوبیا، سبزی‌ها و در روغن سویا، روغن کانولا، بذر کتان و روغن زیتون یافت می‌شود [۹]. دو اسید چرب دیگر، یعنی ایکوزا پنتانوئیک اسید (EPA) و دوکوزاهگزائنوئیک اسید (DHA) در ماهی‌هایی همچون سالمون، در روغن ماهی و مکمل‌های ماهی وجود دارد. ALA و EPA و DHA همگی از خانواده اسیدهای چرب-n ۳ (کربن سوم اشباع نشده) به شمار می‌روند که ازنظر تغذیه‌ای بسیار مهم هستند زیرا همگی دارای غیراشباع بودن چندگانه هستند. بدن انسان توانایی تولید اسیدهای چرب-n ۳ (کربن سوم اشباع نشده) را از مولکول‌های دیگر ندارد و باید آن را از طریق غذاهای ویژه به دست آورد [۱۰].

ریزپوشانی فرایندی است که ترکیبات از شرایط نامطلوب اطراف آن محافظت می‌شوند (به‌عنوان‌مثال pH، نور، دما، اکسیژن و رطوبت نسبی). با انجام این کار، ترکیبات موجود در مواد غذایی یا داروها می‌توانند درعین‌حال عملکرد خود را برای مدت طولانی پایدار نگه دارند [۱۱]. سیستم‌های ریزپوشانی از مواد پوشاننده همانند پروتئین (گلوتن، پروتئین‌های آب‌پنیر، ایزوله‌ها و غیره)، لیپیدها (گلیسیریدها، فسفولیپیدها، موم‌ها و غیره) یا کربوهیدرات‌ها (نشاسته و مشتقات آنها، سلولز و مشتقات آنها، اگزودات‌های گیاهی و عصاره‌ها و غیره) استفاده می‌کنند تا از ترکیب یا مواد هسته‌ای محافظت کرده و یا آن را بپوشاند [۱۲]. ریزپوشانی کردن عصاره و عطرمایه‌های گیاهی به علت خصوصیات مهمی که این فناوری در این مواد ریزپوشانی شده ایجاد می‌کند رو به افزایش است که ازجمله این موارد می‌توان به افزایش پایداری مواد ریزپوشانی شده به‌وسیله محافظت آنها از تغییرات محیطی، آنزیمی و شیمیایی، فراهم کردن حالت بافری، در

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.134.6.0]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.134.71]

برابر تغییرات pH، مقابله با تغییرات حرارتی و تغییرات یونی، محافظت در برابر طعم‌ها و بوهای ناخوشایند، آزاد شدن کنترل‌شده ماده ریزپوشانی شده و مخلوط شدن کامل مواد غیرقابل ترکیب اشاره داشت [۱۳]. ازآنجایی‌که ماندگاری محصولاتی همچون همبرگر از اهمیت خاصی برخوردار است و با توجه به مطالب ارائه‌شده در این تحقیق هدف از انجام این مطالعه بررسی پایداری ترکیبات زیست فعال عصاره زردچوبه و امگا۳ غنی شده ریز پوشانی شده لسیتین سویا بر کیفیت پخت و ماندگاری همبرگر طی فرایند انجماد و نگهداری در یخچال می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲- ۱- مواد

لسیتین سویا از شرکت آروین تجارت (تهران، ایران) خریداری شد. امگا ۳ و زردچوبه به ترتیب از شرکت سیگما (آمریکا) و فروشگاه محلی تهیه شد. تمامی ترکیبات شیمیایی از شرکت مرک آلمان خریداری شد.

۲- ۲- استخراج عصاره به روش سوکسله

۱۰ گرم از پودر زردچوبه درون انگشتانه دستگاه سوکسله قرار داده و سپس ۱۲۰mL اتانول ۹٦ درصد درون بالن ریخته شد و در ادامه بالن درون حمام روغن و تحت شرایط رفلاکس با دمای ۳۵ درجه قرار گرفت و عمل عصاره گیری به مدت ۱۸ ساعت ادامه یافت. بعد از اتمام این فرآیند، حلال از عصاره توسط روتاری جدا و عصاره غلیظ در آون با دمای ۳۵ درجه سانتی خشک شد [۱٤].

۲- ۳- ریزپوشانی عصاره زردچوبه

بدین منظور برای تهیه ۱۰۰ سی‌سی نانولیپوزوم از عصاره زردچوبه ۰/۱ گرم عصاره بعد از حل شدن در ۱۰ سی‌سی اتانول ۹۸٪ به ۱۰۰ میلی‌لیتر بافر استات که روی همزن مغناطیسی به دمای ٦۰ رسیده بود، توسط سرنگ تزریق شد به‌نحوی‌که اتانول در زمان تزریق به بافر، کاملاً پرانده شد. پس از خنک شدن محلول، در نسبت‌های مختلف عصاره به لسیتین (۱ به ٤، ۱ به ۸، ۱ به ۱۲ و ۱ به ۱٦) لسیتین به‌آرامی به محلول اضافه گردید تا بعد از ۳۰ دقیقه کاملاً مخلوط یکنواختی حاصل شود. برای تشکیل نانولیپوزوم محلول به مدت ۵ دقیقه با هموژنایزر مغناطیسی با ۲۵۰۰۰ دور در دقیقه همگن شده سپس به مدت ۱۵ دقیقه تحت اولتراسوند با توان ٤۰۰ وات قرار گرفت. لیپوزوم های آماده شده قبل از ادامه در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲٤ ساعت نگهداری شدند [۱۵].

عصاره زردچوبه ریزپوشانی شده با لسیتین سویا به نسبت ۱ به ۱۲ انتخاب و به نسبت ۱:۱ وزنی عصاره به امگا ۳ در ابتدا با امگا ۳ غنی سازی شد و سپس مانند مراحل ریزپوشانی عصاره، این تیمار نیز ریزپوشانی شد.

۲- ٤- تولید همبرگر ٦۰ درصد گوشت

برای تهیه برگرها، فیله تازه گوساله مورد استفاده در این مطالعه از سوپر گوشت واقع در شهرستان ساری تهیه شد و پس از سه مرحله چرخ کردن، بلافاصله جهت تولید همبرگر به آزمایشگاه انتقال داده شد. سایر ترکیبات که شامل ادویه‌جات، مواد پرکننده و اتصال‌دهنده به نسبت‌هایی ارائه شده در جدول ۱ به گوشت اضافه‌شده و به مدت ۱ ساعت همه ترکیبات باهم مخلوط شدند تا ترکیب یکنواختی حاصل گردد. سپس جهت تهیه تیمارهای مختلف، ترکیب یکنواخت تولیدشده به پنج قسمت مساوی تقسیم و به هریک (به‌غیراز تیمار شاهد) پودر عصاره ریزپوشانی با غلظت یکسان (به‌دست‌آمده در آزمون MIC) اضافه و هر تیمار مجدداً ورز داده شد تا عصاره به‌طور یکنواخت در ترکیب مخلوط شود. سپس برگرها در وزن ۱۰۰ گرم توسط قالب زن دستی آماده و در نایلون های زیپ کیپ قرار داده شد و به مدت ۱۲ روز در دمای ٤ درجه یخچال جهت انجام آزمایش‌های فیزیکو شیمیایی و حسی در روزهای ۰، ٤، ۸ و ۱۲ مورد آزمایش قرار گرفت.

تیمارها: تیمار همبرگر حاوی عصاره زردچوبه؛ تیمار همبرگر حاوی عصاره زردچوبه و امگا ۳؛ تیمار همبرگر حاوی نانو عصاره زردچوبه (عصاره زردچوبه ریزپوشانی شده با لسیتین سویا به نسبت ۱ به ۱۲)؛ تیمار همبرگر حاوی نانو عصاره زردچوبه (عصاره زردچوبه ریزپوشانی شده با لسیتین سویا به نسبت ۱ به ۱۲) غنی‌شده با امگا ۳؛ تیمار شاهد

Table 1 Hamburger formulation (%)

Meat	Toasted flour	Onion	Whey powder	Wheat flour	Spice	Refined edible salt
60	14.8	14	4.5	3	2.5	1.2

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.134.6.0]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.134.71]

۲- ۵- آزمون‌ها

۲- ۵- ۱- آزمون رنگ

رنگ همبرگر با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج Colorflex Hunterlab (EZ, Virginia, USA)اندازه‌گیری شد. دستگاه در ابتدا با کاشی سفید کالیبره و سپس تصویربرداری انجام شد. نتایج آزمایش رنگ شامل سه شاخص هانتر ,*b *a، *L می‌باشد که *L نماد تیرگی (۰) و روشنی (۱۰۰) می‌باشد، *a نماد سبزی تا قرمزی که a– سبز و a +قرمز می‌باشد و *b نماد آبی تا زرد می‌باشد که b+ زرد و b– آبی را نشان می‌دهد [۱۶].

۲- ۵- ۲- pH، درصد رطوبت و ظرفیت نگهداری آب

pH نمونه ها توسط pH متر دستی مدل PP-203 (Taiwan) اندازه‌گیری شد. درصد رطوبت از طریق وزن سنجی تحت خلأ اندازه‌گیری شد. ۱ گـرم از ریزکپسـول های حاصل از فرآیند ریزپوشانی را در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و خلأ ۱ بار به مدت ٦ ساعت به وزن ثابت رسید:

= محتـوی درصد رطوبت

۱۰۰×وزن ریزپوشانی شده (گرم)/ وزن رطوبت (گرم)

برای سنجش ظرفیت نگهداری[1] آب (WHC) هر ۵ نمونه همبرگر، ۲ گرم نمونه در دو لایه کاغذ صافی واتمن شماره ۱ (وزن شده) پیچیده در یک لوله سانتریفیوژ قرار داده شد و با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه برای مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ گردید. پس از سانتریفیوژ، نمونه جداشده و کاغذ صافی دوباره وزن گردید [۱۷]. ظرفیت نگهداری آب با ۳ تکرار انجام‌شده و بر اساس رابطه زیر برحسب ۱۰۰ گرم آب موجود در نمونه محاسبه و بیان گردید:

WHC (%) =

(وزن ثانویه نمونه – وزن اولیه نمونه) / وزن اولیه نمونه × ۱۰۰

۲- ۵- ۳- اندیس پراکسید

مقدار پراکسید بر حسب میلی اکی والان گرم در کیلوگرم ماده چرب طبق رابطه زیر محاسبه شد:

= میزان پراکسید وزن نمونه روغن

$\frac{N * (s-b)}{W} \times ۱۰۰۰$

که در این رابطه N نرمالیته سدیم تیوسولفات، s حجم سدیم تیوسولفات مصرف‌شده توسط نمونه روغن، b حجم سدیم تیوسولفات مصرف‌شده توسط شاهد وw وزن نمونه است [۱۸].

۲- ۵- ٤- اسیدهای چرب آزاد

مقدار اسید های چرب آزاد برحسب درصد اسید اولئیک از رابطه زیر به دست می‌آید:

(٤)

۲- ۵- ۵- میزان جمع شدگی

قطر و ضخامت برگرها پیش و پس از سرخ شدن و گریل شدن اندازه‌گیری شده و طبق رابطه زیر میزان جمع شدگی آنها محاسبه شد:

= درصد میزان جمع شدگی

(قطر همبرگر پخته – قطر همبرگر خام) / قطر همبرگر خام × ۱۰۰

۲- ۵- ٦- میزان ترکیبات نیتروژن دار فرار

میزان ترکیبات نیتروژن دار فرار نمونه‌ها به روش تقطیر و تیتراسیون کلدال اندازه‌گیری شد [۱۷]:

=میزان ترکیبات نیتروژنی فرار (میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم نمونه)

٤×مقدار اسیدسولفوریک مصرفی (برای نمونه)

۲- ۵- ۷- اندازه‌گیری خصوصیات بافت

تمامی نمونه‌های مورد آزمایش با ۳ تکرار در دمای اتاق و با دستگاه بافت سنج (Texture analyzer, TA-XT2i, Brookfield Engineering Laboratories, Inc., USA) آزمون شدند. برای هر تیمار، سه نمونه به ابعاد ۲۰×۲۰ میلی‌متر از وسط هر همبرگر جدا و تحت آزمون فشار دومرحله‌ای قرار گرفت. نمونه‌ها تا ٤۰ درصد از ارتفاع اصلی خود با گوی‌های استوانه‌ای با مقطع دایره‌ای به قطر ٦/۳۵ میلی‌متر و سرعت حرکت ۱ میلی‌متر/ثانیه فشرده شد [۱۹].

۲- ۵- ۸- افت پخت

به‌منظور اندازه‌گیری بازده پخت، وزن هر نمونه، پیش و پس از پخت با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ با ۳ تکرار اندازه‌گیری شد. با استفاده از رابطه زیر بازده پخت تعیین گردید:

= درصد افت پخت

(وزن محصول پخته – وزن محصول خام) / وزن محصول خام × ۱۰۰

1. Water holding capacity

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.134.6.0]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.134.71]

۲- ۵- ۹- آزمون‌های میکروبی

آزمایش‌های میکروبی شامل شمارش کلیفرم‌ها، کپک و مخمر و شمارش *استافیلوکوکوس اورئوس* بودند. شمارش کلیفرم‌ها طبق روش استاندارد ملی ایران به شماره ۹۲٦۳، شمارش *استافیلوکوکوس اورئوس* طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱-٦۸۰٦ و شمارش کپک و مخمر طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۱۰۸۹۹ انجام شد [۲۰].

۲- ۵- ۱۰- ارزشیابی حسی

ارزشیابی حسی با استفاده از یک گروه ارزیاب آموزش‌دیده متشکل از ۱۰ نفر انجام گردید (۵ آقا و ۵ خانم). این افراد نظرات خود را پس از ارزیابی بافت، بو، رنگ، طعم با معیار ۹ امتیازی (۹ عالی و ۱ بی‌نهایت بد) ارائه کردند. نقطه بحرانی مقبولیت هرکدام از ویژگی‌های ۵ در نظر گرفته شد و امتیاز پایین‌تر از ۵ (کیفیت متوسط) به معنای رد خصوصیت حسی مورد نظر بود [۲۱].

۲- ٦- آنالیز آماری

تجزیه‌وتحلیل آماری نمونه‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام گرفت و داده‌ها به‌وسیله آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) تحلیل شدند. از طرح کاملاً تصادفی و انجام آزمون مقایسه میانگین‌ها در قالب آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح آماری ۵٪ استفاده شد. آزمون‌ها در ۳ تکرار انجام گرفت و نمودارها به‌وسیله نرم‌افزار Excel نسخه ۲۲ ترسیم شدند.

۳- نتایج و بحث

۳- ۱- pH، رطوبت و ظرفیت نگهداری آب

نتایج تغییرات pH در شکل a ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که در طی نگهداری به مدت ۱۲ روز، بیشترین pH مربوط به نمونه شاهد (همبرگر بدون هیچ‌گونه افزودنی) بود. در روز اول نگهداری اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد اما در سایر روزهای نگهداری نمونه‌های ریزپوشانی شده pH کمتری داشتند که بیانگر اثر حفاظتی ریزپوشانی طی نگهداری همبرگر بود. نتایج با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۳۰٤ ویژگی‌های همبرگر مطابقت داشت و نشان داد که استفاده از عصاره زردچوبه ریزپوشانی شده به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان می‌تواند به‌عنوان یک جایگزین مناسب برای نگه‌دارنده‌های سنتزی در انواع همبرگر باشد. نتایج مشابهی نیز در مطالعه صورت گرفته بر همبرگرهای تهیه‌شده از گوشت خوک پس از افزودن ترکیبات ضداکسایندهٔ طبیعی عصاره تفاله انگور مبنی بر عدم تغییر pH پس از افزودن این نگه‌دارنده‌ها گزارش شد [۲۲]. گوشت اولیه مورداستفاده برای تولید همبرگر دارای pH حدود ۵/٦۳ بوده است که در نمونه‌ی شاهد طی دوره نگهداری به‌سرعت تا ٦/۲۸ افزایش یافت. افزایش pH در نمونه شاهد در اثر تجمع بازهای فرار از قبیل آمونیاک و تری متیل آمین تولیدشده در اثر هیدرولیز پروتئین و تجزیه‌ی اسیدآمینه توسط آنزیم‌های طبیعی گوشت یا میکروارگانیسم‌ها است. در مورد نمونه‌های حاوی عصاره آزاد و ریزپوشانی شده نیز pH به‌طور جزئی افزایش یافت اما این افزایش pH در روزهای مختلف برای هر تیمار معنی‌دار نبود.

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده در شکل b ۱ میزان رطوبت اولیه همبرگرها، حدود ۵۲ درصد بود که پس از دوره نگهداری کاهش معنی‌داری یافت. نمونه شاهد پس از ۱۲ روز نگهداری به رطوبت ٤۲ درصد رسید و بنابراین کمترین میزان رطوبت را دارا بود. بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری یافت نشد که می‌تواند به اثر حفاظتی ریزپوشانی و توانایی ترکیبات زیست فعال زردچوبه و امگا ۳ در حفظ رطوبت دانست. پارافاتی و همکاران [۲۳] در بررسی همبرگرهای حاوی عصاره ریزپوشانی شده نوعی گلابی نیز گزارش دادند که نمونه‌های ریزپوشانی شده رطوبت کمتری از دست دادند.

در شکل شماره c ۱ تأثیر استفاده از عصاره آزاد و ریزپوشانی شده زردچوبه و امگا۳ بر ظرفیت نگهداری آب (WHC) همبرگر نشان داده شده است. نتایج نشان داد، بیشترین WHC مربوط به نمونه شاهد پس از دوره نگهداری مشاهده شد. همچنین تیمارهای ریزپوشانی شده نسبت به نمونه‌های آزاد ظرفیت نگهداری آب بالاتری داشتند. ریزپوشانی با لسیتین بر جذب آب و کنترل ویسکوزیته نمونه‌های همبرگر مؤثر بود که می‌تواند به علت نقش محافظتی دیواره در حفظ مواد هسته‌ای در طی نگهداری داشته باشد. اثر محافظتی دیواره در محصولات ریزپوشانی شده توسط سایر محققین نیز گزارش شده است. مهدوی و همکاران، با افزودن عصاره آنتوسیانین زرشک به فرمولاسیون ژله گزارش کردند که حفظ آب نمونه‌ها بهبود یافت [۲٤].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.134.6.0]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.134.71]

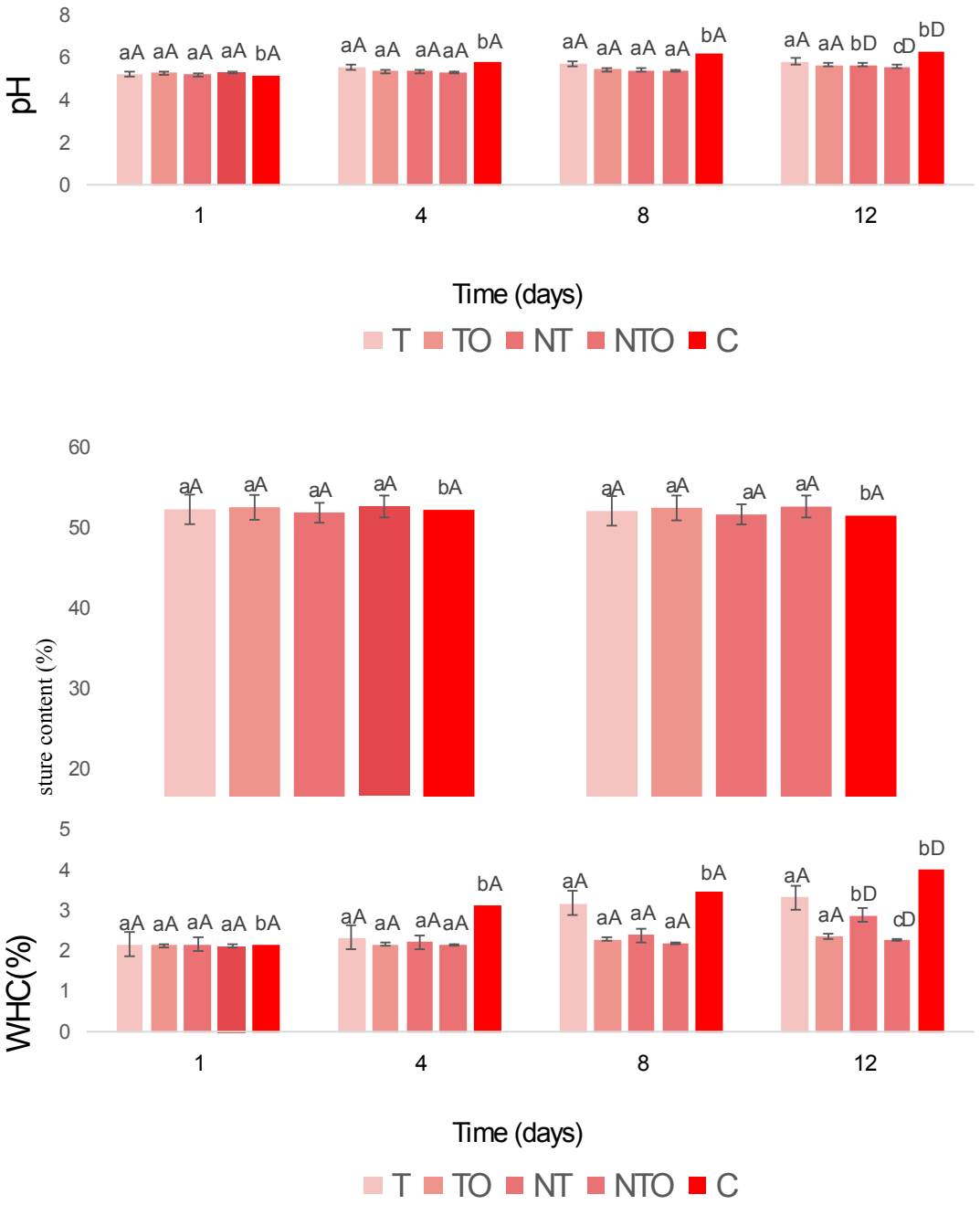

Fig 1 a: pH, b: moisture content and c: water holding capacity of hamburger containing encapsulated extract during 12 days storage at 4 °C (T: hamburger containing turmeric extract, TO: hamburger containing turmeric extract and omega3, NT: hamburger containing encapsulated turmeric extract, NTO: hamburger containing encapsulated turmeric extract and omega3, C: Control).

۳-۲- ترکیبات نیتروژنی فرار

تغییرات مقدار بازهای فرار ازته طی زمان نگهداری ۱۲ روزه در دمای یخچال، در شکل ۲ قابل مشاهده است. در روز اول ازلحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین مقادیر بازهای فرار تیمارهای مختلف همبرگر مشاهده نشد ($P>0.05$). در همه تیمارها، با گذشت زمان، از روز اول تا روز دوازدهم به‌تدریج میزان بازهای فرار افزایش پیدا کرد. در همه روزهای مورد بررسی، بیشترین میزان باز فرار مربوط به نمونه شاهد بود که افزودن عصاره‌ها به نمونه‌های همبرگر منجر به کاهش معنی‌دار میزان بازهای فرار در تیمارهای گردید. در پایان روز دوازدهم

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.134.6.0]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.134.71]

همانند سایر روزها، بیشترین میزان TVN مربوط به نمونه شاهد بود (۲٤/٤۲) و کمترین آن در تیمار حاوی عصاره ریزپوشانی شده زردچوبه و امگا۳ به دست آمد (۱٤/۷۵). محققین مختلف در بررسی اثر افزودن عصاره‌های گیاهی به همبرگر کاهش بازهای فرار را گزارش دادند. اعلا و همکاران [۲۵] کاهش معنی‌دار بازهای ازته فرار را در فیله ماهی کپور نقره‌ای نگهداری شده در عصاره آبی برگ بو و رزماری به فرم آزاد و ریزپوشانی شده گزارش کردند. همچنین عبدو و همکاران [۲٦] در بررسی نانوامولسیون های حاوی کورکومین و استفاده در فیله‌های مرغ گزارش دادند ریزپوشانی منجر به کاهش بازهای فرار در طی نگهداری ۱۲ روزه شد.

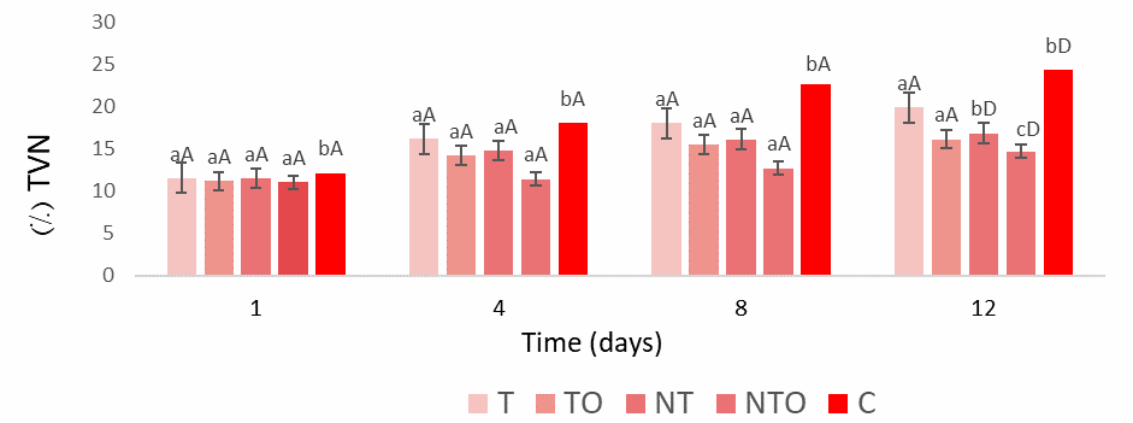

Fig 2 TVN of hamburger containing encapsulated extract during 12 days storage at 4 °C (T: hamburger containing turmeric extract, TO: hamburger containing turmeric extract and omega3, NT: hamburger containing encapsulated turmeric extract, NTO: hamburger containing encapsulated turmeric extract and omega3, C: Control).

۳-۳- میزان جمع شدگی همبرگر

طبق نتایج گزارش شده در شکل ۳، میزان جمع شدگی همبرگرها در روز اول نگهداری حدود ۱۷ درصد بود که پس از ۱۲ روز نگهداری به حدود ۱۱ درصد کاهش یافت. پس از ۱۲ روز نگهداری کمترین جمع شدگی مربوط به نمونه شاهد بود و بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

جمع شدگی یک ویژگی کیفی مهم فرآورده‌های گوشتی است که بر ویژگی‌های ظاهری و مشتری پسندی تأثیر مهمی دارد. به‌طورکلی جمع شدگی در همبرگر مربوط به جذب و حفظ رطوبت می‌باشد. با این‌که ریزپوشانی منجر به حفظ رطوبت و تغییرات کمتر حفظ رطوبت می‌شود اما به نظر می‌رسد افزودن عصاره‌های زردچوبه و امگا۳ به فرمولاسیون، طی نگهداری منجر به کاهش جمع شدگی شده است به دلیل اینکه زنجیره پلیمری پروتئین شامل گروه‌های چربی‌دوست و آب‌دوست است، در واقع این زنجیره پلیمری باعث تسهیل ارتباط پروتئین با آب و چربی می‌گردد، در نتیجه قادر است چربی و سایر مواد را در قالبی از پروتئین نگه دارد و از خروج عصاره جلوگیری کرده و موجب کاهش چروکیدگی فرآورده شود. کومار و کومار [۲۷] با ریزپوشانی عصاره گیاهی به گوشت تغییر معناداری در تیمارها گزارش ندادند

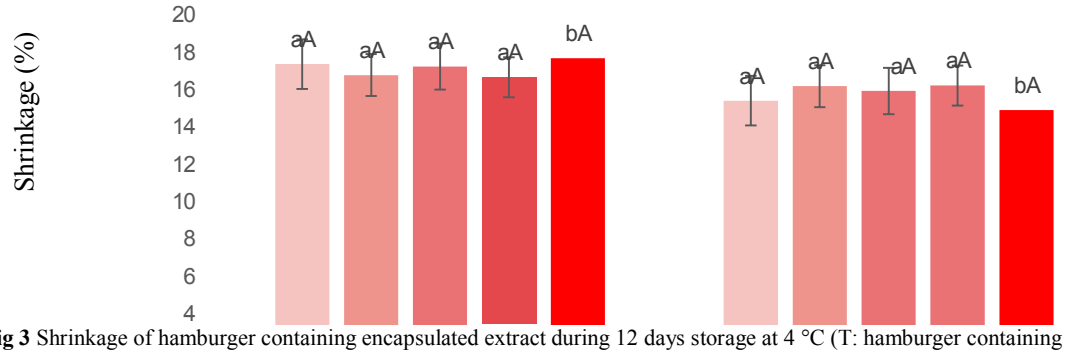

Fig 3 Shrinkage of hamburger containing encapsulated extract during 12 days storage at 4 °C (T: hamburger containing turmeric extract, TO: hamburger containing turmeric extract and omega3, NT: hamburger containing encapsulated turmeric extract, NTO: hamburger containing encapsulated turmeric extract and omega3, C: Control).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.134.6.0]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.134.71]

۳- ٤- افت پخت

افت پخت نیز از معیارهای مهم فرآورده‌های گوشتی است. علت اصلی افت پخت از بین رفتن مواد موجود در گوشت به دلیل چروک شدن عضله و دناتوره شدن پروتئین‌ها و کاهش قابل‌ملاحظه ظرفیت نگهداری آب می‌باشد. بیشترین افت پخت در روز اول نگهداری مشاهده شد (شکل ٤) درحالی‌که پس از ۱۲ روز نگهداری میزان افت پخت کلیه تیمارها کاهش یافت. نمونه‌های ریزپوشایی شده نسبت به عصاره‌های آزاد افت پخت کمتری نشان دادند که می‌تواند مربوط به حفظ رطوبت و چروکیدگی کمتر باشد.

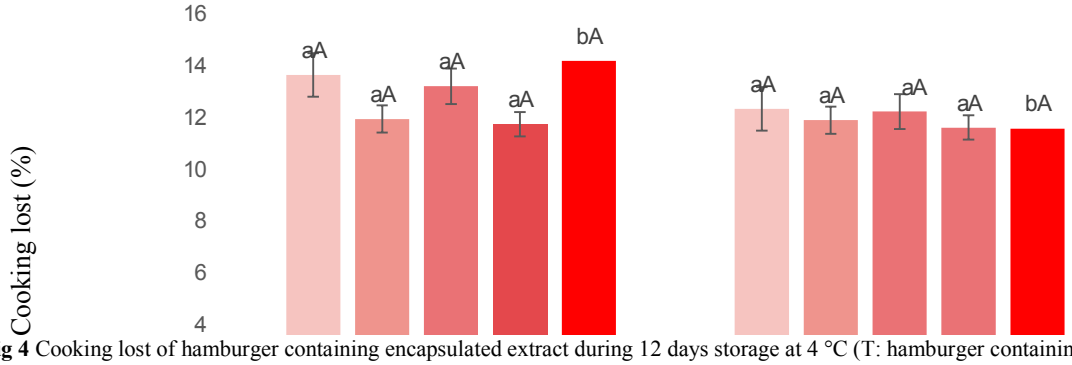

Fig 4 Cooking lost of hamburger containing encapsulated extract during 12 days storage at 4 °C (T: hamburger containing turmeric extract, TO: hamburger containing turmeric extract and omega3, NT: hamburger containing encapsulated turmeric extract, NTO: hamburger containing encapsulated turmeric extract and omega3, C: Control).

۳- ٥- اسیدهای چرب آزاد

شکل ٥ تغییرات اسیدهای چرب آزاد نمونه‌ها را در طی ۱۲ روز نگهداری نشان می‌دهد. بر این اساس، اسیدهای چرب آزاد طی نگهداری افزایش معنی‌داری یافت به‌طوری‌که بیشترین اسیدچرب آزاد مربوط به نمونه شاهد پس از ۱۲ روز نگهداری بود. در روزهای اول و چهارم بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد اما در روز هشتم و دوازدهم نمونه‌های ریزپوشانی شده به‌طور معنی‌داری اسید چرب آزاد کمتری داشتند. میزان اسید چرب آزاد نمونه‌ها مربوط به اکسیداسیون همبرگرها می‌باشد. با توجه به نقش حفاظتی ریزپوشانی بر مواد هسته‌ای نمونه‌های حاوی عصاره آزاد، اسید چرب آزاد بیشتری نیز دارند. نمونه‌های حاوی امگا ۳ با وجود پتانسیل بالای این چربی چند غیراشباعی به اکسیداسیون، به علت ریزپوشانی اسید چرب آزاد کمتری نسبت به نمونه شاهد داشت. همچنین در نمونه‌های حاوی عصاره آزاد زردچوبه، به علت اثرات آنتی اکسیداسیونی ترکیبات زیست فعال زردچوبه، اسید چرب آزاد کمتری نسبت به نمونه شاهد داشت. مونه کاتا و همکاران [۲۸] نیز در اثر افزودن عصاره‌های گیاهی با خواص آنتی‌اکسیدانی به‌صورت ریزپوشانی شده به گوشت گزارش دادند که عصاره‌ها به‌طور معنی‌داری، اسیدهای چرب آزاد را کاهش دادند.

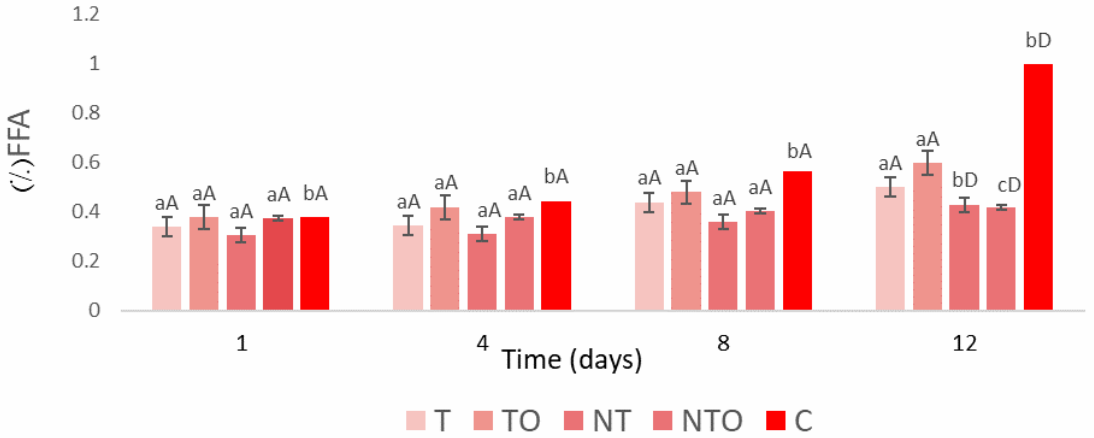

Fig 5 Free Fatty Acids of hamburger containing encapsulated extract during 12 days storage at 4 °C (T: hamburger containing turmeric extract, TO: hamburger containing turmeric extract and omega3, NT: hamburger containing encapsulated turmeric extract, NTO: hamburger containing encapsulated turmeric extract and omega3, C: Control).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.134.6.0]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.134.71]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.134.6.0]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.134.71]

۳- ٦- عدد پراکسید

شدت اکسیداسیون همبرگر حاوی تیمارها طی ۱۲ روز نگهداری اندازه‌گیری و نتایج مربوط به عدد پراکسید در شکل ٦ گزارش گردید. نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر تیمار و زمان بر روی عدد پراکسید معنی‌دار بود ($P < ۰/۰۵$). همچنین اعداد پراکسید نمونه‌های حاوی مقادیر مختلف عصاره‌های گیاهی در تمامی روزهای آزمایش بیشتر از نمونه شاهد بود. همان‌طور که مشاهده می‌شود، نمونه شاهد بیشترین مقدار عدد پراکسید را در همه روزها دارا بود. تمامی نمونه‌های مورد بررسی از نظر عدد پراکسید اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد داشتند. کمترین عدد پراکسید پس از ۱۲ روز نگهداری، مربوط به نمونه ریزپوشانی شده حاوی عصاره زردچوبه بود. امگا۳ به علت پتانسیل بالای اکسیداسیون، منجر به افزایش عدد پراکسید در نمونه‌های حاوی امگا۳ شد.

آنتی‌اکسیدان‌ها طی مدت زمان خاصی فعال بوده و با گذشت زمان به‌تدریج از درجه تأثیر آن‌ها کاسته می‌شود که دلیل آن می‌تواند نگه‌داشتن نمونه‌ها در شرایط اکسیداسیون و حرارت باشد تا زمانی که کاملاً بی‌اثر شوند؛ بنابراین در روزهای ابتدایی تفاوت چندانی بین نمونه‌های حاوی عصاره گیاهی و نمونه شاهد مشاهده نشد اما در روزهای پایانی با بالا رفتن واکنش‌های اکسیداسیون، تفاوت بین نمونه‌ها مشهود بود. در واقع افزایش در مقدار پراکسید را می‌توان به تشکیل هیدروپراکسیدها یعنی محصولات اولیه اکسیداسیون نسبت داد. نتایج پژوهش حیدریان و همکاران [۲۹] حاکی از آن بود که نمونه‌های تیمار شده با عصاره رزماری توانست میزان پراکسید نمونه‌های مرغ را در نمونه‌های تیمار شده با ۱٪ و ۳٪ عصاره توانست تا روز چهارم نیز حد مجاز استاندارد ۱۰ meq/kg در حد کیفیت مطلوب و قابل قبول حفظ کند. علاوه بر این اثر عصاره‌های گیاهی ریزپوشانی شده بر کاهش عدد پراکسید محصولات گوشتی توسط محققین مختلفی گزارش شده است [۳۰ و ۳۱].

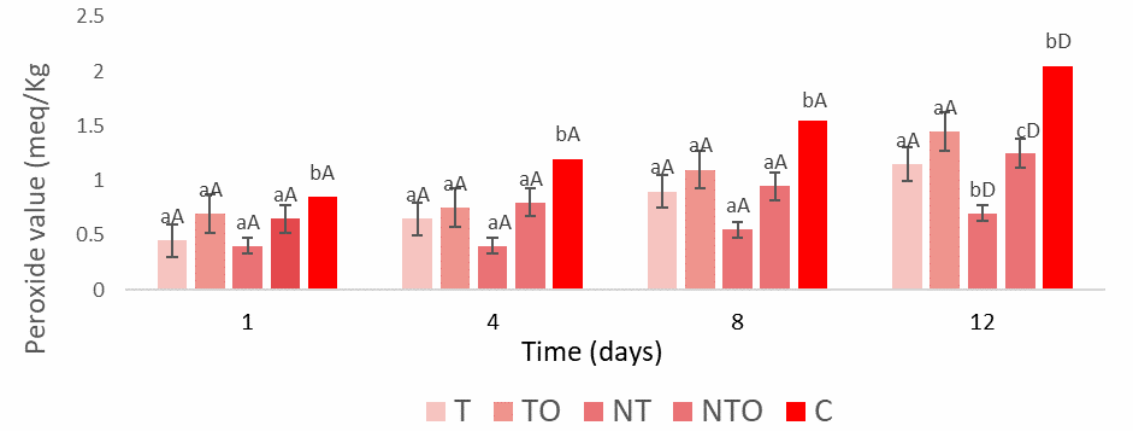

Fig 6 Peroxide Value of hamburger containing encapsulated extract during 12 days storage at 4 °C (T: hamburger containing turmeric extract, TO: hamburger containing turmeric extract and omega3, NT: hamburger containing encapsulated turmeric extract, NTO: hamburger containing encapsulated turmeric extract and omega3, C: Control).

۳- ۷- فاکتورهای رنگ سنجی

نتایج شاخص روشنایی در فایل تکمیلی گزارش شده است. بر این اساس، اختلاف معناداری بین تیمارهای مختلف طی نگهداری مشاهده نمی‌شود اما نمونه شاهد به‌طور معنی‌داری شاخص روشنایی کمتری طی همه روزهای نگهداری داشت. کاهش روشنایی نمونه‌های همبرگر در نمونه‌ها طی نگهداری مربوط به اثر حفاظتی ریزپوشانی و همچنین رنگ زردچوبه می‌باشد که منجر به حفظ بیشتر روشنایی شد. نتایج شاخص قرمزی (a*) نشان داده که نمونه شاهد در کلیه روزهای نگهداری به‌طور معناداری مقدار قرمزی کمتری دارند تا حدی که پس از ۱۲ روز نگهداری شاخص a منفی شده است به این معنی که به سمت سبز رفته است. در همه روزهای نگهداری نمونه‌های حاوی عصاره ریزپوشانی به‌طور معناداری قرمز بیشتری دارند. نتایج شاخص زردی (b*) نشان داد که کمترین شاخص زردی در نمونه شاهد مشاهده شد. نمونه‌های حاوی عصاره آزاد زردچوبه مقدار زردی بالاتری داشتند که مربوط به رنگ زرد زردچوبه است. ریزپوشانی و استفاده از امگا ۳ تا حدی از زردی زردچوبه در همبرگر کاست.

۳- ۸- خصوصیات بافتی

جدول ۲ ویژگی‌های بافتی همبرگرهای حاصل را نشان می‌دهد. مقدار سفتی نمونه‌های حاصل به‌طور معنی‌داری بالاتر از نمونه شاهد بود. همچنین تیمارهای ریزپوشانی شده به‌طور معناداری سختی کمتری داشتند که می‌تواند به علت اثر ریزپوشانی در حفظ و نگهداری رطوبت طی نگهداری باشد. محدوده انسجام حاصل بین ۰/٦۹ تا ۰/۷۸ به دست آمد و اختلاف معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). روند صمغیت مشابه با روند سختی بود. فنریت در نمونه‌ها بین ۰/۸۱ تا ۰/۹۳ بود. اختلاف بین تیمارها ازلحاظ فنریت نیز معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). صمغیت و قابلیت جویدن روند مشابهی داشتند.

Table 2 Texture properties of hamburger containing turmeric extract and encapsulated turmeric extract.

Treatment	Hardness (N)	Cohesiveness	Gumminess	Springiness	Chewiness
C	142.33 ± 0.2 a	0.68 ± 0.1 b	96.56 ± 0.1 b	0.92 ± 0.1 a	88.83 ± 0.1 b
T	212.09 ± 0.3 b	0.71 ± 0.3 b	150.58 ± 0.3 c	0.83 ± 0.3 a	124.98 ± 0.3 c
TO	209.85 ± 0.3 b	0.75 ± 0.3 b	157.38 ± 0.3 c	0.88 ± 0.3 a	138.49 ± 0.3 c
NT	218.17 ± 0.5 b	0.73 ± 0.4 b	159.26 ± 0.4 c	0.81 ± 0.4 a	129.00 ± 0.4 c
NTO	233.11 ± 0.2 c	0.30 ± 0.1 a	69.93 ± 0.1 a	0.82 ± 0.1 a	57.34 ± 0.1 a

(T: hamburger containing turmeric extract, TO: hamburger containing turmeric extract and omega3, NT: hamburger containing encapsulated turmeric extract, NTO: hamburger containing encapsulated turmeric extract and omega3, C: Control).
Different letters indicate significant differences for each parameter for each treatment (p<0.05).

نتایج به‌دست‌آمده نتایج مربوط به رطوبت و ظرفیت نگهداری آب را تائید می‌کند. در سال ۲۰۱٤، حق‌شناس و همکاران [۳۲]، گزارش کردند، افزودن بتا گلوکان ریزپوشانی شده به فرمول ناگت میگو باعث کاهش میزان سختی به‌صورت معنی-دار نسبت به نمونه شاهد شد.

۳-۹- ارزیابی حسی

در این بررسی، ارزیابی حسی نمونه‌های همبرگر در روزهای نگهداری توسط ۱۰ ارزیاب حسی صورت گرفت. متغیرهای مورد بررسی در ارزیابی حسی شامل رنگ، بو، طعم، بافت و پذیرش کلی بود که به روش هدونیک ۵ امتیازی موردبررسی قرار گرفت. امتیاز ۳/۵ به‌عنوان آستانه پذیرش یا رد محصول قرار گرفت. به‌طورکلی امتیاز ارزیابان در طی نگهداری کاهش یافت. همچنین نمونه شاهد به‌طور معنی‌داری کمترین امتیاز در کلیه خصوصیات حسی را دریافت کرد. بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد که نشان‌دهنده افزودن موفقیت‌آمیز عصاره آزاد و ریزپوشانی شده به همبرگر و پایداری ویژگی‌ها طی نگهداری بود.

۳- ۱۰- آزمون‌های میکروبی

تأثیر عصاره‌های زردچوبه و امگا۳ بر جمعیت *استافیلوکوکوس اورئوس* در شکل ۷ نشان داده شده است. نتایج تجزیه واریانس حاکی از اثرات معنی‌دار نوع تیمار، زمان نگهداری و اثرات متقابل آن‌ها است. در نمونه شاهد از ۱ log CFU/g در روز اول به ۱۲ log CFU/g در روز دوازدهم نگهداری رسید. در نمونه‌های حاوی عصاره آزاد با گذشت زمان نگهداری جمعیت *استافیلوکوکوس اورئوس* به‌تدریج افزایش یافت. در همبرگرهای تیمار شده با عصاره ریزپوشانی شده زردچوبه و امگا۳ جمعیت *استافیلوکوکوس اورئوس* به log ٦/٥ CFU/g رسید.

روند تغییرات باکتری *اشریشیاکلای* نیز دقیقاً مشابه با *استافیلوکوکوس اورئوس* است و کمترین میزان *اشریشیاکلای* در تمام روزهای نگهداری مربوط به نمونه ریزپوشانی شده با زردچوبه و امگا۳ و بیشترین میزان باکتری در نمونه شاهد مشاهده شد (شکل ۷).

جمعیت اولیه کپک و مخمر در همبرگر شاهد ۱ log CFU/g بود که در پایان دوره نگهداری به ۱۲ log CFU/g رسید. عطرمایه زردچوبه در هر دو حالت آزاد و ریزپوشانی شده اثر بازدارندگی روی رشد کپک و مخمر داشت اما این اثرات به‌ویژه در مورد عطرمایه ریزپوشانی شده پس از ۱۲ روز نگهداری بسیار قابل توجه بود (شکل ۷). در روز اول نگهداری به‌جز نمونه شاهد سایر تیمارها شمارش کپک و مخمر صفر داشتند که به‌واسطه اثر ضدمیکروبی عصاره و امگا۳ می‌باشد که در بخش‌های قبل اثبات شد. در روز سایر روزهای نگهداری، کمترین میزان مربوط به نمونه‌های ریزپوشانی شده و بیشترین مقدار مربوط به نمونه شاهد بود. عصاره‌های آزاد تعداد مخمر و کپک بیشتری نسبت به نمونه‌های ریزپوشانی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.134.6.0]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.134.71]

شده داشتند که به علت اثر حفاظتی ریزپوشانی بر ترکیبات هسته بود.

استافیلوکوکوس اورئوس یکی از باکتری‌های بیماری‌زا می‌باشد که حضور آن در فرآورده‌های گوشتی با شیوع جدی مسمومیت همراه خواهد بود. علی‌رغم این‌که در آزمون رقیق‌سازی براث تفاوت بین MIC و MBC عصاره زردچوبه آزاد و ریزپوشانی شده برای *استافیلوکوکوس اورئوس* مشاهده نشد، اما در سامانه غذایی نتایج متفاوتی در مورد تأثیر فرآیند ریزپوشانی بر کاهش جمعیت *استافیلوکوکوس اورئوس* مشاهده گردید. دلیل این تفاوت را می‌توان به حضور سوش های متفاوتی از *استافیلوکوکوس اورئوس* در جمعیت میکروبی طبیعی گوشت نسبت داد. در کل *استافیلوکوکوس اورئوس* به دلیل گرم مثبت بودن از حساسیت بیشتری در برابر عصاره‌های گیاهی یا ترکیبات آن‌ها برخورداراست. بر اساس ژونوسایت و همکاران [۳۳] افزودن عطرمایه‌های گیاهی در گوشت چرخ‌کرده نگهداری شده در دمای یخچال سبب کاهش جمعیت *استافیلوکوکوس اورئوس* شد. ریزپوشانی گیاه Fingerroot در امولسیون‌های دولایه پایدارشده با کیتوزان–لسیتین صورت گرفت و اثر ضدمیکروبی آن بر میکروارگانیسم شاخص فساد گوشت خوک طی ۱۵ روز مورد بررسی قرار گرفت [۳٤]. نتایج نشان داد عطرمایه مورد بررسی در هر دو حالت آزاد و ریزپوشانی شده تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای بر کاهش جمعیت *استافیلوکوکوس اورئوس* داشت و در بین جمعیت‌های باکتریایی مورد بررسی (شمارش کلی میکروبی، باکتری‌های اسیدلاکتیک و کلی فرم‌ها)، *استافیلوکوکوس اورئوس* حساس‌ترین باکتری به عطرمایه بود. طبق استاندارد ملی ایران (۲۳۹٤)، جمعیت *استافیلوکوکوس اورئوس*کوآگولاز مثبت در نمونه‌های گوشت چرخ‌کرده منجمد یا تازه نباید بیشتر از ۵×۱۰^{۳} CFU/g (معادل ٦/٦۹ log CFU/g) باشد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد در پایان دوره نگهداری تنها نمونه‌های حاوی عصاره زردچوبه و امگا۳ ریزپوشانی شده در محدوده مجاز استاندارد ایران قرار دارند. یکی از شاخص‌های بهداشتی برای ارزیابی گوشت و فرآورده‌های گوشتی، حضور باکتری‌های خانواده انتروباکتریاسه می‌باشد. در این تحقیق میانگین شمارش اولیه باکتری *اشریشیا کلای* در گوشت در روز اول صفر بود که حاکی از اعمال شرایط بهداشتی مناسب در حین آماده‌سازی همبرگرها می‌باشد. از آنجایی که باکتری‌های گرم منفی به دلیل ویژگی‌های خاص غشای خارجی اصولاً جزء باکتری‌های مقاوم به ترکیبات ضدمیکروبی طبیعی تلقی می‌شوند، با این وجود اثرات مفید افزودن عصاره زردچوبه و امگا۳ در حالت ریزپوشانی شده در کاهش جمعیت آن، بسیار قابل‌ملاحظه بود. نتایج شمارش میکروبی نشان داد که افزودن عصاره زردچوبه به‌صورت آزاد و ریزپوشانی شده در فرمولاسیون همبرگر تازه سبب کاهش رشد جمعیت‌های میکروبی *اشریشیاکلای* و *استافیلوکوکوس* شد که این اثرات را می‌توان مربوط به خاصیت ضدمیکروبی عصاره زردچوبه و امگا۳ دانست. تیمارهای ریزپوشانی شده تعداد باکتری کمتری نسبت به عصاره‌های آزاد داشتند که به دلیل اثرات حفاظتی ریزپوشانی و افزایش عمر ماندگاری عصاره‌ها با محافظت آن‌ها در برابر تجزیه، اکسایش و تبخیر می‌باشد [۳۵]. علاوه بر این رهایش پایدار عصاره از نانو ذرات طی نگهداری امکان ایجاد تداوم در اعمال اثرات ضدمیکروبی عصاره‌ها را فراهم می‌کند [۳٦]. با توجه به این‌که در سامانه‌های غذایی همانند محیط‌های بافری امکان رهایش کامل عصاره بارگذاری شده در نانو ذرات وجود ندارد، لذا عطرمایه‌های ریزپوشانی شده در غلظت‌های کمتری اثرات ضدمیکروبی خود را بر جمعیت‌های مورد بررسی اعمال نمودند [۳۷]. اثرات ضد قارچی عطرمایه زردچوبه به تخریب ساختار غشای سلولی و وزیکول‌ها، اختلال در بیوسنتز ارگوسترول تنظیم‌کننده سیالیت غشا و تغییر در ساختار سلول‌ها در حین تکثیر مرتبط است. همچنین اختلال در تعادل Ca^{2+} و $H+$ در سلول، اختلال در بیان ژن‌ها، ایجاد تنش‌های مرتبط با کلسیم، اختلال در سنتز ارگواسترول، از هم پاشیدگی غشای سلولی و ایجاد قحطی تغذیه‌ای از مهم‌ترین ساز و کارهای مرتبط با اثرات ضدقارچی عصاره زردچوبه وکورکومین هستند [۳۸ و ۳۹]. در خصوص تأیید افزایش فعالیت ضدقارچی عطرمایه‌های گیاهی پس از ریزپوشانی محققین مختلفی این اثر را گزارش داده‌اند که با نتایج تحقیق حاضر در مورد افزایش اثرات بازدارندگی عصاره زردچوبه و امگا۳ بر کپک و مخمر پس از ریزپوشانی مطابقت دارد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.134.6.0]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.134.71]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.134.6.0]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.134.71]

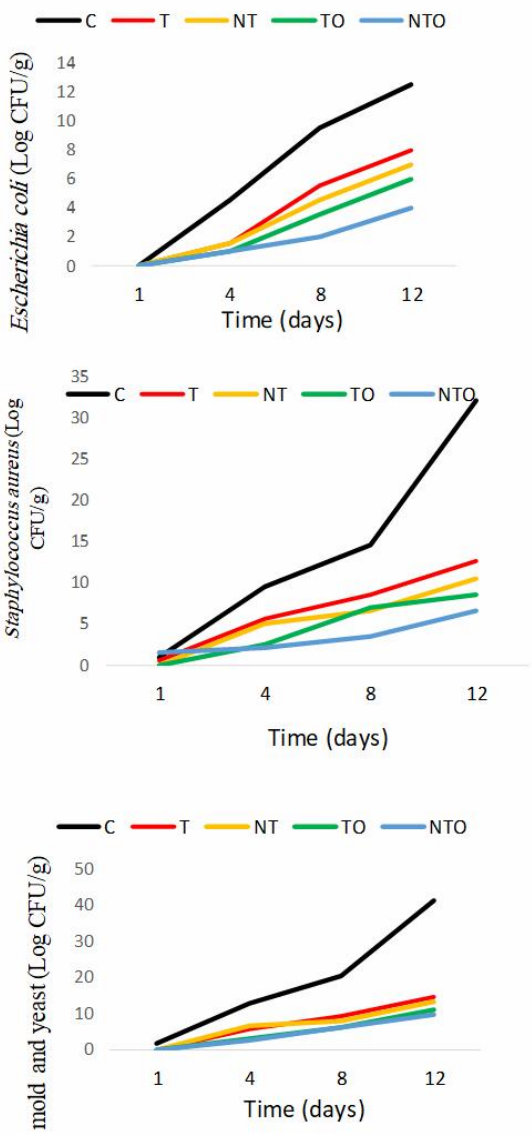

Fig 7 *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and mold and yeast count of hamburger containing encapsulated extract during 12 days storage at 4 °C (T: hamburger containing turmeric extract, TO: hamburger containing turmeric extract and omega3, NT: hamburger containing encapsulated turmeric extract, NTO: hamburger containing encapsulated turmeric extract and omega3, C: Control).

۵- نتیجه‌گیری کلی

در این مطالعه تأثیر عصاره زردچوبه و امگا۳ ریزپوشانی شده با لسیتین سویا بر خصوصیات همبرگر طی دوره ۱۲ روزه نگهداری بررسی شد. در طی نگهداری به مدت ۱۲ روز، بیشترین pH مربوط به نمونه شاهد یعنی همبرگر بدون هیچ‌گونه افزودنی بود. در روز اول نگهداری اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد اما در سایر روزهای نگهداری نمونه‌های ریزپوشانی شده pH کمتری نشان دادند که بیانگر اثر حفاظتی ریزپوشانی طی نگهداری همبرگر است. میزان رطوبت اولیه همبرگرها، حدود ۵۲ درصد بود که پس از دوره نگهداری کاهش معنی‌داری یافت. نمونه شاهد پس از ۱۲ روز نگهداری به رطوبت ۴۲ درصد رسید و بنابراین کمترین میزان رطوبت را دارا بود. نتایج نشان داد بیشترین ظرفیت نگهداری آب مربوط به نمونه شاهد پس از دوره نگهداری بود. همچنین تیمارهای ریزپوشانی شده نسبت به نمونه‌های آزاد ظرفیت نگهداری آب بالاتری داشتند. نتایج ویژگی‌های بافتی همبرگر نشان داد که نمونه‌های حاوی عصاره‌ها از لحاظ ویژگی‌های بافتی تفاوت معناداری با نمونه‌های شاهد نداشتند. تیمارهای ریزپوشانی شده تعداد باکتری کمتری نسبت به عصاره‌های آزاد داشتند که به دلیل اثرات حفاظتی ریزپوشانی و افزایش عمر ماندگاری عصاره‌ها با محافظت آن‌ها در برابر تجزیه، اکسایش و تبخیر می‌باشد. علاوه بر این رهایش پایدار عصاره از نانو ذرات طی نگهداری امکان ایجاد تداوم در اعمال اثرات ضدمیکروبی عصاره‌ها را فراهم می‌کند. ارزیابی حسی نشان داد که ارزیابان امتیاز بالایی به نمونه‌های تیمار شده دادند و از نظر آن‌ها تفاوت معناداری بین نمونه شاهد و نمونه‌های تیمار شده ازلحاظ حسی وجود نداشت. به‌طورکلی نتایج نشان دادند که عصاره‌های ریزپوشانی شده توانستند با موفقیت در فرمولاسیون همبرگر به کار روند به‌طوری‌که خصوصیات این محصول بهبود یافت.

۶- منابع

[1] Wolk, A. (2017). Potential health hazards of eating red meat. *Journal of internal medicine*, *281*(2), 106-122.

[2] Yousefi, N., Zeynali, F., & Alizadeh, M. (2018). Optimization of low-fat meat hamburger formulation containing quince seed gum using response surface methodology. *Journal of food science and technology*, *55*(2), 598-604.

[3] Ranjbar, S., Movahhed, S., Ahmadi Chenarbon, H. (2017). Effect of Oregano essential oil on sensory properties and shelf life of hamburger. *Journal of food science and technology*, *14*(69), 135-146. (In Persian).

Overview of microencapsulates for use in food products or processes and methods to make them. In *Encapsulation technologies for active food ingredients and food processing* (pp. 3-29). Springer, New York, NY.

[14] Lertsutthiwong, P., & Rojsitthisak, P. (2011). Chitosan-alginate nanocapsules for encapsulation of turmeric oil. *Die Pharmazie-An International Journal of Pharmaceutical Sciences*, *66*(12), 911-915.

[15] Rashidinejad, A., Birch, E. J., Sun-Waterhouse, D., & Everett, D. W. (2014). Delivery of green tea catechin and epigallocatechin gallate in liposomes incorporated into low-fat hard cheese. *Food chemistry*, *156*, 176-183.

[16] Kojoori, A. (2019). Determining the physicochemical and sensory properties of low-fat burgers with rice bran and walnuts. *Journal of food science and technology (Iran)*, *15*(84), 1-12.

[17] Karimi, F., Hamidian, Y., Behrouzifar, F., Mostafazadeh, R., Ghorbani-HasanSaraei, A., Alizadeh, M., ... & Asrami, P. N. (2022). An applicable method for extraction of whole seeds protein and its determination through Bradford's method. *Food and Chemical Toxicology*, *164*, 113053.

[18] Khademi, F., Raeisi, S. N., Younesi, M., Motamedzadegan, A., Rabiei, K., Shojaei, M., ... & Falsafi, M. (2022). Effect of probiotic bacteria on physicochemical, microbiological, textural, sensory properties and fatty acid profile of sour cream. *Food and Chemical Toxicology*, *166*, 113244.

[19] Razi, S. M., Motamedzadegan, A., Matia-Merino, L., Shahidi, S. A., & Rashidinejad, A. (2019). The effect of pH and high-pressure processing (HPP) on the rheological properties of egg white albumin and basil seed gum mixtures. *Food hydrocolloids*, *94*, 399-410.

[20] Hoseini, S. E., Shabani, S. H., & Delfan Azari, F. (2015). Antimicrobial properties of clove essential oil on raw hamburger during storage in freezer. *Food Hygiene*, *5*(1 (17)), 67-76.

[21] Mirarab, R. S., Mohebbi, M., Haddad, K. M. H., & Koocheki, A. (2014). Comparisons of some sensory, physical and textural characteristics of chocolate dessert containing different amounts of albumin, sodium caseinate, whey protein concentrate. *Research and Innovation in Food Science*

[4] Hamzeh, S., Motamedzadegan, A., Shahidi, S. A., Ahmadi, M., & Regenstein, J. M. (2019). Effects of drying condition on physico-chemical properties of foam-mat dried shrimp powder. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, *28*(7), 794-805.

[5] Essawi, T., & Srour, M. (2000). Screening of some Palestinian medicinal plants for antibacterial activity. *Journal of ethnopharmacology*, *70*(3), 343-349.

[6] Shahidi, S. A. (2022). Effect of solvent type on ultrasound-assisted extraction of antioxidant compounds from Ficaria kochii: Optimization by response surface methodology. *Food and Chemical Toxicology*, *163*, 112981.

[7] Kocaadam, B., & Şanlier, N. (2017). Curcumin, an active component of turmeric (Curcuma longa), and its effects on health. *Critical reviews in food science and nutrition*, *57*(13), 2889-2895.

[8] Shafizadeh, A., Golestan, L., Ahmadi, M., Darjani, P., & Ghorbani-HasanSaraei, A. (2020). Encapsulation of Lactobacillus casei in alginate microcapsules: improvement of the bacterial viability under simulated gastrointestinal conditions using flaxseed mucilage. *Journal of food measurement and characterization*, *14*(4), 1901-1908.

[9] Ghorbni Hassan Sarai, A., Shahidi, F., Ghodoosi, H. B., Motamed Zadegan, A., & Varidi, M. (2015). Oxidative stability of enriched yoghurts with different omega 3 sources during storage. *Journal of food science and technology (Iran)*, *13*, 165-173.

[10] Soleimani-Rambod, A., Zomorodi, S., Naghizadeh Raeisi, S., Khosrowshahi Asl, A., & Shahidi, S. A. (2018). The effect of xanthan gum and flaxseed mucilage as edible coatings in cheddar cheese during ripening. *Coatings*, *8*(2), 80.

[11] Mehdizadeh, A., Shahidi, S. A., Shariatifar, N., Shiran, M., & Ghorbani-HasanSaraei, A. (2021). Evaluation of chitosan-zein coating containing free and nano-encapsulated Pulicaria gnaphalodes (Vent.) Boiss. extract on quality attributes of rainbow trout. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, *30*(1), 62-75.

[12] Wandrey, C., Bartkowiak, A., & Harding, S. E. (2010). Materials for encapsulation. In *Encapsulation technologies for active food ingredients and food processing* (pp. 31-100). Springer, New York, NY.

[13] Zuidam, N. J., & Shimoni, E. (2010).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.134.6.0]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.134.71]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.134.6.0]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.134.71]

oxidative and microbiological stability of beef meat during refrigerated storage. *Food science & nutrition*, *7*(12), 3969-3978.

[31] Eslamian Amiri, M., Ahmady, M., Ariaii, P., Golestan, L., & Ghorbani-HasanSaraei, A. (2021). Use composite coating of chitosan□chia seed gum enriched with microliposomes of Bay laurel essential oil to increase the shelf life of quail fillets. *Food Science & Nutrition*, *9*(12), 6524-6537.

[32] Haghshenas, M., Hosseini, H., Nayebzadeh, K., Khanghah, A. M., Kakesh, B. S., & Fonood, R. K. (2014). Production of prebiotic functional shrimp nuggets using ß-glucan and reduction of oil absorption by carboxymethyl cellulose: Impacts on sensory and physical properties. *Journal of Aquaculture Research & Development*, *5*, 245-248.

[33] Jonušaite, K., Venskutonis, P. R., Martínez-Hernández, G. B., Taboada-Rodríguez, A., Nieto, G., López-Gómez, A., & Marín-Iniesta, F. (2021). Antioxidant and antimicrobial effect of plant essential oils and Sambucus nigra extract in salmon burgers. *Foods*, *10*(4), 776.

[34] Tantala, J., Rachtanapun, P., & Rachtanapun, C. (2021). Synergistic Antimicrobial Activities of Thai Household Essential Oils in Chitosan Film. *Polymers*, *13*(9), 1519.

[35] Farahmand, N., Ouoba, L. I., Naghizadeh Raeisi, S., Sutherland, J., & Ghoddusi, H. B. (2021). Probiotic lactobacilli in fermented dairy products: Selective detection, enumeration and identification scheme. *Microorganisms*, *9*(8), 1600.

[36] Afshar, P., Nasiraie, L. R., Shokrzadeh, M., HasanSaraei, A. G., & Raeisi, S. N. (2020). Bio-protective effects of Lactobacillus plantarum subsp. plantarum against aflatoxin b1 genotoxicity on human blood lymphocytes: a native probiotic strain isolated from Iranian camel milk. *Current Medical Mycology*, *6*(4), 54.

[37] Mazinani, S., Motamedzadegan, A., Naghizadeh Raeisi, S., & Alimi, M. (2020). Impact of pea protein isolate in partial substitution of milk protein concentrate on the microstructural, rheological, and sensory properties of bacteriologically acidified feta-type cheese. *Journal of Food Processing and Preservation*, *44*(6), e14448.

[38] Chattopadhyay, I., Biswas, K., Bandyopadhyay, U., & Banerjee, R. K. *and Technology*, *3*(4), 375-388.

[22] Garrido, M. D., Auqui, M., Martí, N., & Linares, M. B. (2011). Effect of two different red grape pomace extracts obtained under different extraction systems on meat quality of pork burgers. *LWT-Food Science and Technology*, *44*(10), 2238-2243.

[23] Parafati, L., Palmeri, R., Trippa, D., Restuccia, C., & Fallico, B. (2019). Quality maintenance of beef burger patties by direct addiction or encapsulation of a prickly pear fruit extract. *Frontiers in microbiology*, *10*, 1760.

[24] Mahdavi, S. A., Jafari, S. M., Assadpour, E., & Ghorbani, M. (2016). Storage stability of encapsulated barberry's anthocyanin and its application in jelly formulation. *Journal of food engineering*, *181*, 59-66.

[25] Aala, J., Ahmadi, M., Golestan, L., Shahidi, S. A., & Shariatifar, N. (2023). Effect of multifactorial free and liposome-coated of bay laurel (Laurus nobilis) and rosemary (Salvia rosmarinus) extracts on the behavior of Listeria monocytogenes and Vibrio parahaemolyticus in silver carp (Hypophthalmichthys molitrix) stored at 4° C. *Environmental Research*, *216*, 114478.

[26] Abdou, E. S., Galhoum, G. F., & Mohamed, E. N. (2018). Curcumin loaded nanoemulsions/pectin coatings for refrigerated chicken fillets. *Food Hydrocolloids*, *83*, 445-453.

[27] Kumar, Y., & Kumar, V. (2020). Effects of double emulsion (W1/O/W2) containing encapsulated Murraya koenigii berries extract on quality characteristics of reduced-fat meat batter with high oxidative stability. *LWT*, *127*, 109365.

[28] Munekata, P. E. S., Domínguez, R., Franco, D., Bermúdez, R., Trindade, M. A., & Lorenzo, J. M. (2017). Effect of natural antioxidants in Spanish salchichón elaborated with encapsulated n-3 long chain fatty acids in konjac glucomannan matrix. *Meat science*, *124*, 54-60.

[29] Heydarian, M. T., Jebelli Javan, A., & Jokar, M. (2015). Antimicrobial and antioxidant effects of rosemary extract on quality and shelf life of raw chicken during refrigerated storage. *Research and Innovation in Food Science and Technology*, *4*(2), 131-142.

[30] Rashidaie Abandansarie, S. S., Ariaii, P., & Charmchian Langerodi, M. (2019). Effects of encapsulated rosemary extract on

(2004). Turmeric and curcumin: Biological actions and medicinal applications. *Current science*, 44-53.

[39] Karimi-Maleh, H., Darabi, R., Karimi, F., Karaman, C., Shahidi, S.A., Zare, N., Baghayeri, M., Fu, L., Rostamnia, S., Rouhi, J. and Rajendran, S. (2023). State-of-art advances on removal, degradation and electrochemical monitoring of 4-aminophenol pollutants in real samples: A review. *Environmental Research*, 115338. DOI: 10.1016/j.envres.2023.115338.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.134.6.0]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.134.71]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Study of the physicochemical, microbial and sensory properties of hamburgers enriched with turmeric and omega-3 loaded nanoliposomes

Ghadiri Amrei, S. M. H. [1], Ahmadi, M. [2*], Shahidi, S. A. [3], Ariaii, P. [4], Golestan, L. [5]

1. Department of Food Hygiene, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran.
2. Associate Professor, Department of Food Hygiene, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran.
3. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran.
4. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran.
5. Assistant Professor, Department of Food Hygiene, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2023/ 01/ 24
Accepted 2023/ 03/ 07

Keywords:

Encapsulation,
Hamburger,
Omega 3,
Turmeric.

DOI: 10.22034/FSCT.20.134.71
DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.134.6.0

*Corresponding Author E-Mail:
drahmady@gmail.com

ABSTRACT

In this study, the effect of turmeric extract and omega-3 encapsulated with soy lecithin on the characteristics of hamburger during the 12-day storage period was investigated. The results showed that during storage for 12 days, the highest pH and water holding capacity were related to the control sample. The initial moisture content of hamburgers was about 52%, which decreased significantly after the storage period ($p<0.05$). The lowest shrinkage was compared to the control sample, and the highest cooking loss was observed on the first day of storage. In all the investigated days, the highest volatile nitrogenous compounds was related to the control sample. Free fatty acids increased significantly during storage ($P<0.05$). The samples containing the extracts were not significantly different from the control samples in terms of texture characteristics. Encapsulated treatments had lower bacterial counts than free extracts. The control sample significantly received the lowest score in all sensory characteristics. In general, the quality of hamburgers containing fine-coated turmeric extract and omega-3 improved compared to the control sample.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.134.6.0]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.134.71]