



تأثیر همزمان ترکیبات فنولیک پوست انار درهم‌تنیده شده در ساختار هیدروژل آلوه‌ورا جهت گسترش ماندگاری جگر سیاه گوسفندی

زهرا کاویانی‌پور^۱، محسن مختاریان^{۱*}

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران

چکیده	اطلاعات مقاله
یکی از مهمترین چالش‌های مرتبط با فرآورده‌های گوشتی تازه (به‌ویژه جگر سیاه گوسفندی)، عمر نگهداری کوتاه محصول است. بدین منظور از ترکیبات نگهدارنده سنتزی برای گسترش ماندگاری آن‌ها استفاده می‌شود که اثرات جانبی متعددی بر سلامت انسان دارند. در این پژوهش تأثیر بکارگیری پوشش خوراکی حاوی ترکیبات فنولیک پوست انار درهم‌تنیده شده در ساختار هیدروژل آلوه‌ورا جهت گسترش ماندگاری جگر سیاه گوسفندی مورد مطالعه قرار گرفت. خواص فیزیکوشیمیایی (pH، شاخص پراکسید، نیتروژن فرار کل، شاخص اسید تیوباربتوریک و پارامترهای رنگی $L^*a^*b^*$) و حسی (رایحه، رنگ، بافت و پذیرش کلی) فرآورده در روزهای نگهداری ۱، ۳ و ۷ روز و در درجه حرارت نگهداری 4°C ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که کمترین میزان تشکیل مونوهیدروپراکسیدها در نمونه‌های آزمایشی پوشش‌دهی شده با ژل آلوه‌ورا حاوی ترکیبات فنولیک پوست انار مشاهده شد که متناظر با کمترین میزان بازهای ازته فرار بود. به‌طورکلی، با توجه به نتایج ارزیابی حسی و آزمون‌های کیفی صورت گرفته، بکارگیری پوشش خوراکی ژل آلوه‌ورا حاوی ترکیبات زیست‌فعال پوست انار جهت گسترش ماندگاری جگر سیاه گوسفندی پیشنهاد می‌شود.	تاریخ های مقاله : تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۴/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۶/۲۰
	کلمات کلیدی: جگر سیاه گوسفندی، اندیس پراکسید، پوست انار (Punica granatum) ترکیبات ضد اکسیدانی
	DOI: 10.22034/FSCT.21.148.79. مسئول مکاتبات: * Mokhtarian.mo@riau.ac.ir Mokhtarian.mo@gmail.com

۱-مقدمه

گوشت و فرآورده‌های آن یکی از منابع پر ارزش پروتئینی در ارتباط با تغذیه بشر محسوب می‌شود. مواد غذایی به‌ویژه فرآورده‌های گوشتی (مانند جگر سیاه گوسفند) طی نگهداری در معرض فساد فیزیکی، شیمیایی، آنزیمی و میکروبی قرار دارند. از طرف دیگر، اکسیداسیون چربی‌ها در غذا به دلیل انواع مختلفی از واکنش‌ها رخ می‌دهد. در نتیجه وجود رادیکال‌های آزاد و حضور اکسیژن، اکسیداسیون پیشرفت نموده و هیدروپراکسیدها و سایر محصولات فساد تولید می‌شود [۱]. واکنش انواع اکسیژن، مانند رادیکال هیدروکسی ($HO^\bullet$)، آنیون سوپراکسید ($O_2^{\bullet-}$) و رادیکال‌های آلوکسی ($ROO^\bullet$) قادر به اکسیداسیون لیپیدها و پروتئین‌ها می‌شود [۲]. ترکیبات فرار حاصل از شکسته شدن، واکنش اکسیداسیون و واکنش هیدرولیتیک چربی‌ها (هیدروپراکسیدها، آلدئیدها، کتون‌ها، اسیدهای چرب و غیره)، بو، طعم، رنگ، بافت، ارزش غذایی و به‌طور کلی کیفیت فرآورده را دستخوش تغییر کرده و سبب عدم مطلوبیت محصول برای مصرف‌کنندگان می‌شود [۳]. از جمله اقداماتی که در به‌تعویق انداختن فساد مواد غذایی گزارش شده است می‌توان به استفاده از دمای پایین، نگهداری محصولات در محیط تاریک، حذف اکسیژن (ایجاد خلاء) یا جایگزینی هوا با اتمسفر تغییر یافته در بسته‌بندی، استفاده از ضد اکسیدان‌ها، استفاده از پوشش‌ها و فیلم‌های زیست‌تخریب‌پذیر اشاره نمود [۴، ۵].

پوشش‌های غذایی اغلب از ترکیبات طبیعی از جنس پروتئین، پلی‌ساکارید و چربی به تنهایی یا ترکیبی به‌صورت لایه‌ای نازک در سطح مواد غذایی به‌کار گرفته می‌شوند. استفاده از چنین پوشش‌هایی علاوه بر خواص نگهدارندگی، خطرات مصرف افزودنی‌های شیمیایی و آلودگی ناشی از زباله‌های بسته‌بندی مواد غذایی را نیز به‌حداقل می‌رسانند. به دلیل تمایل به مصرف غذای سالم‌تر در میان مصرف‌کنندگان، پوشش‌های زیست‌تخریب‌پذیر در صنعت

غذا روز به روز بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. با وجود اثبات مزایای چنین پوشش‌هایی، به‌کارگیری روش‌های تکمیلی جهت رفع نواقص این پوشش‌ها ضروری است. به دلیل شرایط مناسب تهیه پوشش‌های خوراکی، انواع مختلفی از مواد ضد میکروبی و ضد اکسیدانی از جمله باکتری‌ها، آنزیم‌ها و ترکیبات شیمیایی و طبیعی غیرفرار (مانند ترکیبات زیست‌فعال پوست انار) و فرار (اسانس‌های خوراکی) نیز می‌توانند به‌منظور بهبود کارایی این پوشش‌ها و افزایش امنیت مواد غذایی طی نگهداری به‌کار برده شوند [۶]. هدف اصلی افزودن ترکیبات ضد میکروبی به پوشش‌های خوراکی تقویت خاصیت ضد میکروبی است که این امر منجر به کنترل رشد سطحی عوامل فساد و بیماری‌زا می‌گردد. لذا استفاده از چنین فیلم‌هایی در مواد غذایی مانند گوشت بسیار کاربردی است. مزیت چنین روشی رهايش آهسته و تدریجی ترکیبات ضد میکروبی به‌داخل ماده غذایی است [۷].

آلوئه‌ورا گیاهی است که بیشتر به‌خاطر خواص پزشکی و درمان آن شناخته شده است. ترکیب اصلی ژل آلوئه‌ورا حاوی پلی‌ساکاریدها و قندهای محلول است که به‌همراه آن، پروتئین‌ها، ویتامین‌ها و مواد معدنی وجود دارند. ژل آلوئه‌ورا که فاقد طعم، رنگ و بو است، در صنایع دارویی و غذایی کاربرد دارد. در سال‌های اخیر، تحقیق روی ژل آلوئه‌ورا به‌عنوان پوشش‌دهی فرآورده‌های گوشتی به‌سرعت افزایش یافته است. براساس تحقیقات انجام شده، این ژل با مکانیسم‌های مختلفی موجب شکل‌گیری یک لایه محافظ در مقابل اکسیژن و رطوبت هوا و نیز به دلیل داشتن ترکیبات ضد میکروبی موجب جلوگیری از فعالیت میکروارگانیسم‌ها می‌شود [۸].

پوست انار متعلق به خانواده *Punicaceae* است. پوست انار یک محصول جانبی عمده کشاورزی و صنعتی غنی از پلی‌فنول‌ها قابل هیدرولیز^۱ (یعنی الایژتانت^۲) است که می‌تواند منبع طبیعی عالی ضد اکسیدان باشد. در واقع، پوست انار تقریباً ۳۰ تا ۴۰٪ از وزن کل میوه را تشکیل می‌دهد و

بالا به شمار می‌رود، بهبود ویژگی‌های ماندگاری این محصول ارزشمند از اهمیت شایانی برخوردار است. لذا، در این پژوهش به منظور گسترش ماندگاری جگر سیاه گوسفندی، ترکیبات فنولیک استخراج شده از پوست انار در ساختار هیدروژل آلئوورا درهم‌تنیده گردید. نهایتاً با پوشش‌دهی نمونه‌های آزمایشی، ویژگی‌های کیفی و حسی فرآورده طی دوره نگهداری (۷ روز در دمای 4°C) مورد پایش و ارزیابی قرار گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- آماده‌سازی مواد اولیه

مقادیر مورد نیاز انار (*Punica granatum*) تازه از بازار محلی (استان تهران) خریداری شد. پوست‌های تازه انار جدا و در سایه در دمای حدوداً 25°C خشک گردید. طبق روش متداول AOAC به شماره ۹۳۱/۰۴، میزان رطوبت پوست‌های خشک شده در دمای 105°C برای مدت ۲۴ h اندازه‌گیری شد [۱۳]. میزان رطوبت پوست‌های خشک شده معادل $4/76\%$ (مبنای مرطوب) گزارش شد. همچنین، ترکیبات شیمیایی مورد استفاده جهت اجرای این پژوهش از شرکت‌های سیگما آلد ریچ (آمریکا) و مرک (آلمان) خریداری گردید.

۲-۲- استخراج ترکیبات زیست‌فعال پوست انار

استخراج ترکیبات زیست‌فعال پوست انار به روش استخراج جامد-مایع (فرآیند تراوش یا لیچینگ^۴) تحت شرایط فشار اتمسفری (۱ atm) و به صورت استاتیک انجام شد. بدین منظور، استخراج ترکیبات زیست‌فعال تحت شرایط عملیاتی (83°C و ۴۹ min) صورت گرفت. از نسبت ۱ به ۲۰ ماده خشک به حلال (آب مقطر) برای فرآیند استخراج استفاده شد [۹]. عصاره استخراج شده در دمای 40°C توسط دستگاه تبخیرکننده چرخان (IK، آلمان) تا رسیدن به وزن ثابت، حلال‌زدایی گردید. سپس عصاره تغلیظ شده توسط

منبع غنی از ترکیبات فعال‌زیستی مختلف از جمله فلاونوئیدها، تانن‌ها، اسیدهای فنولیک و به‌ویژه آنتوسیانین‌ها است [۹]. طبق گفته ژری و همکاران (۲۰۱۹)، پانیکالاژین^۳ و اسید الاژیک دو پلی‌فنول اصلی در پوست انار هستند که پانیکالاژین تا حد زیادی به فعالیت ضداکسیدانی کمک می‌کند [۱۰].

مطالعات پیشین نشان داد که تاکنون پژوهشی درخصوص گسترش ماندگاری تکه‌های جگر سیاه گوسفندی صورت نگرفته است. با این حال، پژوهش‌های گسترده‌ای درخصوص توسعه ماندگاری سایر فرآورده‌های گوشتی، با بکارگیری پوشش‌های خوراکی صورت گرفته است که در ادامه به آن‌ها اشاره خواهد شد. لیساردلو و همکاران (۲۰۱۸) تأثیر پوشش خوراکی (کیتوزان و صمغ لوبیایی لوکاست) حاوی عصاره پوست انار را روی حفظ کیفیت میگوی تازه مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که بکارگیری عصاره پوست انار همراه با پوشش خوراکی کیتوزان نقش سینرژیست (هم‌افزایی) روی بازداری رشد میکروبی داشت. به علاوه نتایج نشان داد که میزان ازت فرار در میگوهای پوشش یافته با (کیتوزان+عصاره پوست انار) بعد از ۶ روز نگهداری، مشابه نمونه کنترل (بعد از ۲ روز نگهداری) بود [۱۱]. رهنمون و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی بکارگیری پوشش خوراکی آلژینات غنی شده با عصاره پوست انار را روی عمر نگهداری، خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و نیز آلودگی میکروبیولوژیکی گوشت سینه مرغ مطالعه کردند. نتایج حاکی از آن بود که پوشش‌دهی با آلژینات و عصاره سبب کاهش توسعه رشد میکروبیولوژیکی (سالمونلا انترتیدیس، اش‌ریشیاکلی، استافیلوکوکوس اورئوس و لیستریا مونوسیتوزنز) گوشت سینه مرغ نسبت به سایر تیمارها شد. نتایج آزمون بافت نشان داد که نمونه‌های تیمار شده با پوشش آلژینات، بافت منسجم‌تر و سفت‌تری نسبت به نمونه کنترل داشتند و این حالت طی دوره نگهداری نیز پایدار بود [۱۲]. با توجه به اینکه جگر سیاه گوسفندی یکی از اندام‌های درونی پرمصرف و مهم گوسفند، با ارزش غذایی و اقتصادی

خشک کن انجمادی (Dena-Sanat، تهران، ایران) در دما و فشار به ترتیب 40°C و 0.01 mbar خشک شد [۱۴].

۲-۳- تهیه هیدروژل آلوه‌ورا و درهم‌تیدن ترکیبات زیست‌فعال

بدین منظور ابتدا اپیدرم ضخیم (پوسته) برگ آلوه‌ورا با دقت توسط تیغ جراحی تیز برش داده شد و از پارانشیم (فیله ژل) جدا گردید. پارانشیم در ظرف حاوی آب مقطر به منظور تلخی‌زدایی غوطه‌ور شد. سپس محتویات بعد از مدت min ۵، آبکش شد و پارانشیم از آب خارج و در داخل غذاساز خانگی مخلوط (به مدت min ۱ در دمای 25°C) و به‌صورت یک محلول کلوییدی یکنواخت تبدیل شد [۸]. تیمارهای مورد استفاده جهت گسترش ماندگاری جگر سیاه گوسفندی شامل T(I): فاقد پوشش، T(II): پوشش یافته با محلول هیدروژل آلوه‌ورا (ژل خالص) و T(III): پوشش یافته با ترکیبات زیست‌فعال پوست انار (2000 ppm) یا (2000 mg/kg) درهم‌تینده شده در ساختار هیدروژل آلوه‌ورا بودند. نمونه‌های پوشش یافته در بسته‌بندی‌هایی از جنس پلی پروپیلن قرار گرفت و در یخچال در دمای 4°C (رطوبت نسبی ۹۵-۹۰٪) به مدت ۷ روز نگهداری شد. ویژگی‌های کیفی فرآورده در فواصل زمانی ۱، ۳ و ۷ روز پایش و ارزیابی شد [۱۲].

۲-۴- پوشش‌دهی جگر سیاه گوسفندی

بدین منظور، نمونه‌های آزمایشی به برش‌هایی با ابعاد (طول، عرض و ارتفاع $15\text{ cm} \times 15\text{ cm} \times 15\text{ cm}$) بریده شد. نمونه‌ها بعد از شستشو با آب مقطر، در محلول‌های پوشش (تهیه شده در بخش ۲-۳) به مدت ۹۰ s فروبری شدند. روش پوشش‌دهی بعد از min ۵ مجدداً تکرار شد و اجازه داده شد تا دیسپرسیون اضافی روی سطح برش‌ها حذف شود. نمونه‌های آزمایشی تهیه شده، در دمای اتاق به مدت 0.5 h قرار گرفت تا لایه پوشش توسعه یافته و تثبیت شود. سپس جگرها در بسته‌های رایج نگهداری این محصول قرار گرفتند [۱۲].

۲-۵- آزمون‌های شیمیایی کنترل کیفی فرآورده

به‌منظور بررسی خصوصیات کیفی فرآورده طی دوره نگهداری از آزمون‌های کنترل کیفی عدد pH، شاخص پراکسید (PV)، شاخص اسید تیوباربیتوریک (TBA) و نیتروژن فرار کل (TVB-N) استفاده شد [۱۴].

۲-۶- پارامترهای رنگی (L^* ، a^* و b^*)

ارزیابی رنگ نمونه‌های آزمایشی با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج هانترلب اندازه‌گیری شد. قبل از آزمون دستگاه با کاشی سفید که دارای مقادیر استاندارد $L^*=67/81$ ، $a^*=19/56$ و $b^*=58/16$ که توسط سازنده پیشنهاد شده بود، کالیبره شد. نمونه آزمایشی در مرکز فنجان شیشه‌ای دایره‌ای که برای تجزیه و تحلیل رنگ فراهم شده بود، قرار گرفت. مؤلفه رنگی L^* بیانگر میزان روشنایی بوده که در محدوده ۰ (سیاه) تا ۱۰۰ (سفید) است. همچنین دو مؤلفه رنگی a^* و b^* به ترتیب بیانگر سبزی (-120) تا قرمزی ($+120$) و آبی (-120) تا زردی ($+120$) است [۱۴، ۱۵].

۲-۷- ارزیابی حسی و چشایی

ارزیابی حسی نمونه‌های آزمایشی (نمونه خام) به‌وسیله یک گروه ارزیاب حسی نیمه آموزش دیده، متشکل از ۱۰ نفر در محدوده سنی ۲۰ تا ۵۰ سال (مرد و زن) صورت گرفت. کلیه ارزیابی‌ها به روش امتیازبندی هدونیک پنج نقطه‌ای صورت گرفت. بدین ترتیب که پرسشنامه‌هایی تهیه و بین تیم ارزیاب (پانلیست‌ها) توزیع گردید. برای هر سؤال ۵ گزینه به‌عنوان پاسخ در نظر گرفته شد. جهت ارزیابی خصوصیات حسی نمونه‌های آزمایشی (در روز ۷ نگهداری در دمای 4°C)، حدود 100 g از نمونه‌ها (فاقد پوشش و پوشش‌دهی شده) در ظروف جداگانه در اختیار ارزیاب‌ها قرار داده شد و سپس خصوصیات حسی ارزیابی شده (بو و رایحه، رنگ، بافت و پذیرش کلی) در پرسشنامه مربوطه ثبت گردید [۱۵].

۸-۲- تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی صورت گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای ۹۵٪ انجام شد. جهت تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱/۳ (۲۰۰۳) مؤسسه SAS آمریکا استفاده گردید. کلیه آزمون‌های کیفی در ۳ تکرار صورت گرفت و نتایج به صورت (میانگین $\pm$ انحراف معیار) گزارش شد [۱۴].

۳- نتایج و بحث

۳-۱- غلظت یون هیدروژن (pH) و شاخص و نیتروژن فرار کل (TVB-N)

ازت فرار کل به ازت (نیتروژن) ترکیبات پروتئینی گفته می‌شود که در نتیجه فعالیت آنزیم‌های پروتئولیتیک و تجزیه ساختمان پروتئینی آزاد می‌شود. تشکیل ازت فرار، نشان‌دهنده شروع فساد و افزایش مقدار آن نشانگر پیشرفت فساد پروتئین‌ها در خوراک و یا ماده غذایی است [۱۶، ۱۴]. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تأثیر متقابل نوع پوشش خوراکی (T-I، T-II و T-III) و زمان نگهداری (۱، ۳ و ۷ روز) روی شاخص نیتروژن فرار کل و pH جگر سیاه گوسفندی معنی‌دار ($p < 0.01$) است. همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، بیشترین میزان شاخص نیتروژن فرار کل (متناظر با بیشترین pH) مربوط به تیمار (T-I) و در روز ۷م نگهداری است. مشاهده مقادیر شاخص‌های نیتروژن فرار کل و pH نمونه‌ها بعد از ۷ روز نگهداری نشان داد که به‌کارگیری پوشش خوراکی حاوی ترکیبات زیست‌فعال پوست انار در هم‌تنیده شده در ساختار هیدروژل آلئوئورا (T-III) توانست میزان شاخص‌های یاد شده را به ترتیب ۳۱٪ و ۳/۵٪ کاهش دهد. لی‌سیاردلو و همکاران (۲۰۱۸) تأثیر پوشش خوراکی کیتوزان در هم‌تنیده با عصاره پوست انار را روی روند تغییرات نیتروژن فرار کل میگوی سفید طی نگهداری در یخچال بررسی نمودند. طبق نتایج مشاهده شد که میزان نیتروژن فرار کل در دامنه حدوداً ۲۰ تا ۱۰۰ mg/g

۱۷۰ نوسان نمود که کمترین میزان آن مربوط به نمونه‌های پوشش یافته با کیتوزان در هم‌تنیده با عصاره پوست انار بود. احتمالاً این حالت به دلیل خاصیت ضد میکروبی عصاره گیاهی بکار رفته روی جمعیت میکروبی و رشد باکتری‌هاست که نتایج پژوهش حاضر را تأیید می‌نماید [۱۱]. از طرف دیگر، نتایج نشان داد که نوع پوشش خوراکی و زمان نگهداری تأثیر معنی‌دار ($p < 0.01$) روی pH جگر سیاه گوسفندی داشت (جدول ۱). طبق نتایج بدست آمده، مشاهده شد که بیشترین میزان pH مربوط به نمونه‌های آزمایشی فاقد پوشش و در روز ۷م نگهداری است. ال‌لاهامی و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی گزارش نمودند که مقدار pH مربوط به مبرگر ماهی منجمد با گذشت زمان نگهداری افزایش می‌یابد که احتمالاً به دلیل تشکیل دی متیل آمین از تری متیل آمین اکسید است [۱۷].

۲-۳- شاخص پراکسید (PV) و تیوباربیتوریک اسید (TBA)

شاخص پراکسید به‌عنوان یکی از معیارهای کیفی جهت سنجش غلظت فرآورده‌های اولیه اکسیداسیون (تشکیل مونو هیدروپراکسیدها) چربی‌هاست [۱۸]. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تأثیر متقابل نوع پوشش خوراکی و زمان نگهداری روی شاخص‌های شیمیایی پراکسید و اسید تیوباربیتوریک جگر سیاه گوسفندی معنی‌دار ($p < 0.01$) است. همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، بیشترین میزان شاخص پراکسید (یا اسید تیوباربیتوریک) مربوط به تیمار (T-I) و در روز ۷م نگهداری است. مشاهده مقادیر شاخص‌های پراکسید و اسید تیوباربیتوریک نمونه‌ها بعد از ۷ روز نگهداری نشان داد که به‌کارگیری پوشش خوراکی حاوی ترکیبات زیست‌فعال پوست انار در هم‌تنیده شده در ساختار هیدروژل آلئوئورا (T-III) توانست میزان شاخص‌های یاد شده را به ترتیب ۲۴/۶۲٪ و ۱۸/۷۸٪ کاهش دهد. پژوهش‌های پیشین نشان داد که به‌کارگیری ترکیبات زیست‌فعال (ترکیبات فنولیک) در فرمولاسیون مواد غذایی یا پوشش‌های خوراکی می‌تواند تأثیر چشمگیری در

داد که میزان شاخص اسید تیوباریتوریک در نمونه‌های حاوی عصاره پوست انار نسبت به نمونه کنترل کمتر بود که با نتایج پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد. آن‌ها گزارش نمودند که این حالت به دلیل ترکیبات فنولیک موجود در عصاره پوست انار است که مانع ایجاد رادیکال آزاد و انتشار واکنش‌های رادیکال آزاد می‌شود و این عمل را از طریق به دام انداختن یون‌های فلزات (نظر آهن) انجام می‌دهد. ترکیبات فنولیک با داشتن گروه هیدروکسیل متصل به حلقه آروماتیک، قادر به اهدا اتم‌های هیدروژن و خنثی کردن رادیکال‌های آزاد هستند. این فرآیند از تجزیه بعدی محصولات اکسایش به شکل‌های اکسیدکننده فعال‌تر مانند مالون‌دی‌آلدهید جلوگیری می‌کند [۲۰].

کاهش شاخص‌های پراکسید و اسید تیوباریتوریک داشته باشد [۱۹]. یکی دیگر از شاخص‌های سنجش پیشرفت واکنش اکسیداتیو در فرآورده‌های پروتئینی حاوی روغن بالا، شاخص اسید تیوباریتوریک است. با اندازه‌گیری این شاخص، غلظت متابولیت‌های ثانویه اکسیداسیون چربی‌ها (نظیر مالون‌دی‌آلدهید، الکل، استن، اسیدها و غیره) که از تجزیه مونوهیدروپراکسیدها حاصل می‌شود، قابل اندازه‌گیری است و این واکنش سبب تند شدن (رانسید شدن) چربی‌ها شده و تأثیر مستقیم روی طعم و مزه فرآورده غذایی دارد [۱۸]. با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۱ مشاهده شد که، تأثیر نوع پوشش خوراکی و زمان نگهداری روی شاخص اسید تیوباریتوریک معنی‌دار ($p < 0.01$) است. جوینده و یادملت (۱۳۹۶) تأثیر ضد اکسایشی و ضد میکروبی عصاره پوست انار را روی همبرگر گوشت گاو بررسی نمودند. نتایج آن‌ها نشان

Table 1 The mean values (average of 3-replication) of quality control parameters of sheep liver under the effects of different coating type and storage time at +4°C.

Type of coating ^(*)	Storage time (day)	Product quality control parameters ^(**)			
		pH (-)	TVB-N (mg N2/100 g)	PV (meq O ₂ /[kg oil])	TBA (mg MDA/kg)
T(I)	1	4.67 ^d	21.28 ^f	0.290 ^f	1.154 ^g
	3	4.76 ^b	29.31 ^c	0.497 ^c	1.417 ^c
	7	4.90 ^a	38.17 ^a	0.650 ^a	1.661 ^a
T(II)	1	4.58 ^g	20.63 ^f	0.283 ^f	1.152 ^g
	3	4.65 ^e	26.04 ^d	0.433 ^d	1.294 ^e
	7	4.76 ^b	31.55 ^b	0.570 ^b	1.506 ^b
T(III)	1	4.62 ^f	20.44 ^f	0.280 ^f	1.505 ^g
	3	4.66 ^{de}	22.40 ^e	0.397 ^e	1.506 ^f
	7	4.73 ^c	26.51 ^d	0.490 ^c	1.349 ^d

^(*)The symbols of T(I), T(II) & T(III) represent control, aleo vera hydrogel alone & cross-linked phenolic compounds of pomegranate peel in aleo vera hydrogel structure, respectively.

^(**)In each column, the mean values (Ave.±SD) with similar superscript letters had no significant difference ($p < 0.05$).

پارامترهای رنگی ($L^*a^*b^*$) جگر سیاه گوسفندی در جدول ۲ ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، نوع پوشش خوراکی و زمان نگهداری تأثیر معنی‌دار ($p > 0.01$) روی مؤلفه‌های رنگی جگر سیاه گوسفندی داشتند. طبق نتایج، کمترین میزان شاخص شدت روشنایی (متناظر با بیشترین

۳-۳- پارامترهای رنگی ($L^*a^*b^*$)

رنگ فرآورده تولید شده یکی از بارزترین شاخص‌های کیفی جهت بازارپسندی محصول است [۱۴]. نتایج مقایسه میانگین تأثیر متقابل نوع پوشش خوراکی و زمان نگهداری روی

هستند. با توجه به اینکه طی دوره نگهداری، محصولات اولیه (مونوهیدروپراکسیدها) و ثانویه (آلدهیدهای غیراشباع) اکسیداسیون تشکیل می‌گردند که با یون آهن موجود در رنگدانه اکسی میوگلوبین (Fe^{2+}) واکنش داده و با احیاء خود، سبب اکسایش رنگدانه فوق و تشکیل رنگدانه مت میوگلوبین (تبدیل یون مرکز حلقه پورفیرین به Fe^{3+}) می‌شود که با تیره شدن رنگ محصول همراه است. آن‌ها همچنین گزارش دادند که بکارگیری عصاره پوست انار به دلیل تعویق در واکنش اکسیداسیون، از شدت این واکنش می‌کاهد [۲۰].

شاخص قرمزی) مربوط به تیمار (T-I) و در روز ۷^{ام} نگهداری است. جی‌اورگانتلیس و همکاران (۲۰۰۷) تأثیر عصاره رزماری را روی پایداری رنگ همبرگر گوشت گاو مورد مطالعه قرار دادند. یافته‌های آن‌ها حاکی از آن بود که آفت رنگ در نمونه‌های حاوی عصاره رزماری نسبت به نمونه کنترل کمتر بود و این حالت طی دوره انبارمانی نیز حفظ گردید. احتمالاً این حالت به دلیل نقش محافظتی ترکیبات فنولیک عصاره گیاهی در ممانعت از اکسیداسیون رنگدانه میوگلوبین و تبدیل آن به مت میوگلوبین است [۲۱]. یافته‌های جوینده و یادملت (۱۳۹۶) نشان داد که بدرنگی گوشت و واکنش اکسایش چربی دو پدیده مرتبط و هم‌افزا

Table 2 The mean values (average of 3-replication) of color parameters of sheep liver under the effects of different coating type and storage time at +4°C.

Type of coating(*)	Storage time (day)	Color parameters(**)		
		L*	a*	b*
		(-)	(-)	(-)
T(I)	1	51.72 ^d	16.34 ^e	14.75 ^f
	3	49.64 ^f	19.05 ^c	17.02 ^e
	7	48.32 ^g	22.19 ^a	18.86 ^{cd}
T(II)	1	52.96 ^{bc}	17.76 ^d	18.71 ^d
	3	51.34 ^{de}	18.84 ^c	19.17 ^{cd}
	7	50.73 ^e	20.61 ^b	20.41 ^b
T(III)	1	54.06 ^a	15.84 ^e	19.55 ^c
	3	53.63 ^{ab}	19.37 ^c	20.57 ^b
	7	52.61 ^c	20.31 ^b	21.61 ^a

(*)The symbols of T(I), T(II) & T(III) represent control, aleo vera hydrogel alone & cross-linked phenolic compounds of pomegranate peel in aleo vera hydrogel structure, respectively.

(**)In each column, the mean values (Ave.±SD) with similar superscript letters had no significant difference ($p<0.05$).

پوست انار درهم‌تنیده شده در ساختار هیدروژل آلوه‌ورا) بیشترین امتیاز را از لحاظ تمامی شاخص‌های حسی (بو و رایحه، رنگ، بافت و پذیرش کلی) کسب نمود. لذا با توجه به نتایج ارزیابی حسی و آزمون‌های کنترل کیفیت، بکارگیری پوشش خوراکی حاوی ترکیبات زیست‌فعال پوست انار درهم‌تنیده شده در ساختار هیدروژل آلوه‌ورا، برای تولید صنعتی این محصول پیشنهاد می‌گردد.

۴-۳- خصوصیات حسی

نتایج ارزیابی حسی جگر سیاه گوسفندی خام تازه (پوشش‌دهی شده و فاقد پوشش)، بعد از ۷ روز نگهداری در دمای +۴°C در شکل ۱ آورده شده است. همانطور که مشاهده می‌گردد، جگر سیاه گوسفندی پوشش‌دهی شده با تیمار (T-III) (پوشش خوراکی حاوی ترکیبات زیست‌فعال

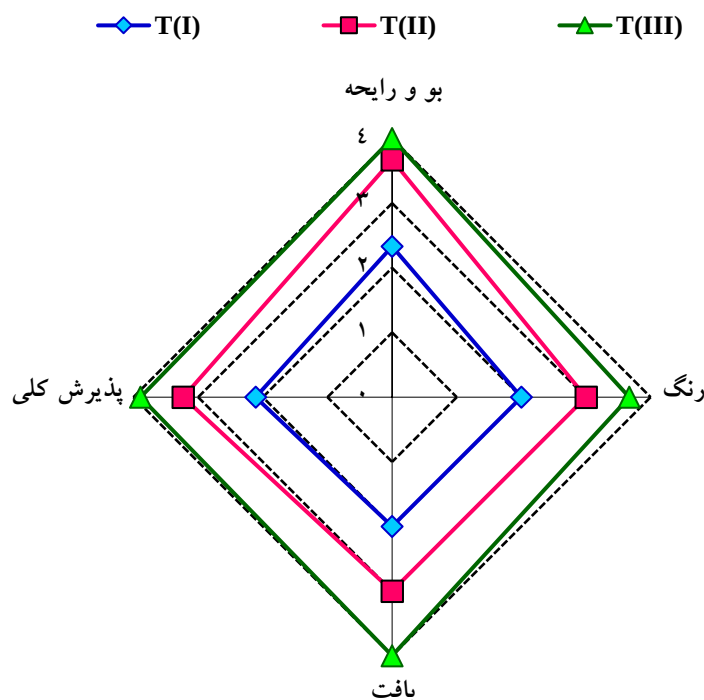


Fig 1 Scores of sensory characteristics of sheep liver coated with different edible coatings at the end of the storage period (the statistical index was the average at the statistical level of 95%).

آلئوئورا و ترکیبات فنولیک درهم تنیده شده در ساختار هیدروژل آلئوئورا)، برش های جگر سیاه گوسفندی توسط روش غوطه وری، پوشش دهی شدند. نمونه های تهیه شده در کیسه های پلی اتیلنی بسته بندی و در دمای $4 \pm 1^\circ\text{C}$ نگهداری شدند. سپس فاکتورهای کیفی نمونه های آزمایشی در فواصل زمانی (۱، ۳ و ۷ روز) ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که به کارگیری پوشش خوراکی حاوی ترکیبات زیست فعال پوست انار درهم تنیده شده در ساختار هیدروژل آلئوئورا (T-III) توانست میزان شاخص های نیتروژن فرار کل، عدد pH، عدد پراکسید و عدد اسید تیوباربیتوریک را به ترتیب ۳۱٪، ۳/۵٪، ۲۴/۶۲٪ و ۱۸/۷۸٪ کاهش دهد. به طور کلی، با توجه به یافته های این پژوهش، به کارگیری ضایعات زیستی حاصل از پوست انار جهت گسترش ماندگاری فرآورده های گوشتی (دل، جگر، قلوه، فیله گوشت و ماهی، پاپین مرغ و فیله مرغ) تازه پیشنهاد می شود.

۵- منابع

۴- نتیجه گیری

فرآورده های جانبی حاصل از کشتار دام و طیور (به ویژه جگر سیاه گوسفندی) یکی از مهمترین منابع پروتئینی حیوانی برای تغذیه انسان محسوب می شود. یکی از مهمترین نگرانی های تولیدکنندگان و فروشندگان این فرآورده ها، عمر نگهداری کوتاه فرآورده طی زنجیره توزیع و فروش است. بدین منظور از ترکیبات نگهدارنده سنتزی برای گسترش ماندگاری آنها استفاده می شود که اثرات جانبی متعددی بر سلامت انسان دارند. لذا در این مطالعه امکان سنجی به کارگیری یک ترکیب نگهدارنده طبیعی (ترکیبات زیست فعال پوست انار) جهت توسعه پایداری اکسیداتیو جگر سیاه گوسفندی مورد بررسی قرار گرفت. بعد از تهیه و فرمولاسیون های مختلف پوشش خوراکی (کنترل، هیدروژل

[1] Belitz, H.D., Grosch, W. (1999). Food Chemistry, Springer: Berlin. 210-212.

[2] Lin, C.C., Liang, J.H. (2002). Effect of antioxidants on the oxidative stability of chicken

- breast meat in a dispersion system. *J. Food Sci.*, 67: 530-533.
- [3] Sakanaka, S., Tachibana, Y., Okada, Y. (2005). Preparation and antioxidant properties of extracts of Japanese persimmon leaf tea (Kakinoha-cha). *Food Chem.*, 89(4): 569-575.
- [4] Pokorny, J., Yanishlieva, N., Gordon, M. (2001). *Antioxidant in Food*. Boca Raton: CRC press.
- [5] Mohamed, C., Clementine, K.A., Didier, M., Gérard, L., Marienoëlle, D.C. (2013). Antimicrobial and physical properties of edible chitosan films enhanced by lactoperoxidase system. *Food Hydrocolloids*, 3(2): 576-580.
- [6] Cava, D., Gimenez, E., Gavara, R., Lagaron, J.M. (2006). Comparative performance and barrier properties of biodegradable thermoplastics and nanobiocomposites versus pet for food packaging applications. *J. Plastic Film Sheeting*, 22: 265-274.
- [7] Campos, C.A., Gerschenson, L.N., Flores, S.K. (2011). Development of edible films and coatings with antimicrobial activity. *J. Food Bioproc. Technol.*, 4(6): 849-875.
- [8] Mokhtarian, M., Tavakolipour, H. (2014). Production of low-fat kiwi chips with aloe vera gel and determination of the mass transfer profile in deep fat frying. *Iranian J. Nut. Sci. Food Technol.*, 9(2): 95-104. [In Persian]
- [9] Eini, M.J., Tavakolipour, H., Mousavi Nodoshan, R., Mokhtarian, M. (2023). Effects of the ultrasound-assisted leaching process on the extraction rate of phenolic compounds, antioxidant activity, and extraction productivity of freeze-dried pomegranate biowaste extract. *Iranian J. Chem. Chem. Eng.*, In Press.
- [10] Xie, Z., Li, X., Tang, R., Wang, G., Lu, Y., Li, X., Cheng, K., Li, L., He, Q. (2019). Reactions of polyphenols in pomegranate peel with nitrite under simulated stomach conditions. *Food Sci. Nut.*, 7(9): 3103-3109. doi:10.1002/fsn3.1173.
- [11] Licciardello, F., Kharchoufi, S., Muratore, G., Restuccia, C. (2018). Effect of edible coating combined with pomegranate peel extract on the quality maintenance of white shrimps (*Parapenaeus longirostris*) during refrigerated storage. *Food Packaging Shelf Life*, 17: 114-119.
- [12] Rahnemoon, P., Sarabi Jamab, M., Javanmard Dakheli, M., Bostan, A. (2018). The effect of alginate coating containing pomegranate peel extract on shelf life, texture and color characteristics of chicken breast meat. *Innov. Food Technol.*, 5(4): 583-596. doi:10.22104/jift.2018.2552.1599.
- [13] AOAC. (1990). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*, (17th ed.); AOAC Press: Arlington, TX.
- [14] Shabani, M., Mokhtarian, M., Kalbasi-Ashtari, A., Kazempoor, R. (2021). Effects of extracted propolis (*Apis mellifera*) on physicochemical and microbial properties of rainbow-trout fish burger patties. *J. Food Proc. Pres.*, 00: e16027.
- [15] Farajzadeh, F., Motamedzadegan, A., Shahidi, S.A., Hamzeh, A. (2016). The effect of chitosan-gelatin coating on the quality of shrimp (*Litopenaeus vannamei*) under refrigerated condition. *Food Control*, 67: 163-170.
- [16] INSO. (2007). Iranian national standardization organization. Animal feeding stuffs-determination of total volatile nitrogen content-test method (No. 9626). p. 15. [in Persian]
- [17] El-Lahamy, A.A., Khalil, K.I., El-Sherif, S.A., Mahmud, A.A. (2018). Changes in quality attributes of sand smelt (*Atherina hepsetus*) fish burger and finger during frozen storage. *Fisheries Res.*, 2(2): 6-11.
- [18] Hu, M., Jacobsen, C. (2016). *Oxidative stability and shelf life of foods containing oils and fats*. AOCS Press, pp 561.
- [19] Ozogul, Y., Uçar, Y. (2013). The Effects of natural extracts on the quality changes of frozen chub mackerel (*Scomber japonicus*) burgers. *Food Bioproc. Technol.*, 6: 1550-1560.
- [20] Jooyandeh, H., Yademellat, M. (2017). Antioxidant and antimicrobial effects of pomegranate peel extract on beef burger during chilled storage. *J. Food Res.*, 28(1): 135-144 [In Persian].
- [21] Georgantelis, D., Blekas, G., Katikou, P., Ambrosiadis, I., Fletouris, D.J. (2007). Effect of rosemary extract, chitosan and α -tocopherol on lipid oxidation and colour stability during frozen storage of beef burgers. *Meat Sci.*, 75: 256-264.



Scientific Research

The combined effect of pomegranate peel phenolic compounds cross-linked in the aloe vera hydrogel structure to extend the shelf-life of sheep liver

Zahra Kavyanipour¹, Mohsen Mokhtarian^{*1}

1- Department of Food Science and Technology, Roudehen Branch, Islamic Azad University, Roudehen, Iran

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article History:

Received: 2023/7/16

Accepted: 2023/9/11

Keywords:

Sheep liver,
Peroxide value,
Pomegranate peel (*Punica granatum*)
Anti-oxidant compounds.

DOI: 10.22034/FSCT.21.148.79.

*Corresponding Author E-Mail:
Mokhtarian.mo@gmail.com
Mokhtarian.mo@riau.ac.ir

One of the most important challenges related to fresh meat products (especially sheep liver) is the short shelf-life of the product. For this purpose, synthetic preservative compounds are used to extend their shelf life, which have many side effects on human health. In this research, the effect of using an edible coating containing phenolic compounds of pomegranate peel cross-linked in the structure of aloe vera hydrogel was studied to extend the shelf life of sheep liver. Physicochemical (pH, peroxide index, total volatile nitrogen, thiobarbituric acid index and color parameters $L^*a^*b^*$) and sensory (aroma, color, texture and overall acceptability) properties of the product in storage days of 1, 3 and 7 days and in the storage temperature of +4°C was evaluated. The results indicated that, the lowest value of monohydroperoxide formation (i.e. peroxide index) was observed in test samples coated with aloe vera gel containing phenolic compound of pomegranate peel extract that corresponding to the lowest total volatile nitrogen. Generally, in accordance to the results of sensory evaluation and quality tests, using of aloe vera gel containing bioactive compounds of pomegranate peel extract is recommended for shelf life extending of sheep liver.