

بهبود کیفیت فیزیکی-شیمیایی، حسی و زمان ماندگاری فیله گوشت گاو با استفاده از عصاره گزنه در ترکیب با اپسیلون پلی لیزین

کاظم علیرضالو^{۱*}، حسین شفقی مولان^۲، مهدی یونسی حمزه خانلو^۳، بیوک آقا فرمانی^۱، امید فتحیزاده^۳

۱- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد واحد سراب، سراب، ایران

۳- استادیار، گروه جنگلداری و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۸/۰۱/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۹/۱۱)

چکیده

نتاضا برای تولید و مصرف گوشت تازه برای مصرف منجر به استفاده از روش‌های مختلف برای بهبود ویژگی‌های کیفی و افزایش زمان ماندگاری آن شده است. در این پژوهش از عصاره برگ گزنه در ترکیب با اپسیلون پلی لیزین به منظور تولید فیله‌های گوشت گاو تازه، فراسودمند و با کیفیت و زمان ماندگاری بالا استفاده گردید. برای این منظور پس از خشک کردن برگ‌های گزنه در شرایط مطلوب، ابتدا عصاره گیری آبی در غلظت‌های ۶، ۳ و ۹٪ (W/V) از برگ-های گزنه انجام گردید. پس از تهیه محلول اپسیلون پلی لیزین در غلظت ۰/۵٪ (W/V) فراوری فیله‌های گوشت گاو، با استفاده از محلول‌های ترکیبی حاوی عصاره برگ گزنه و اپسیلون پلی لیزین انجام شد. فیله‌های گوشت گاو در اندازه ۲×۲×۲ cm³ تهیه و به مدت ۱ ساعت در دمای ۴ درجه سانتیگراد با نسبت ۱ به ۱ (فیله‌های گوشت به عصاره برگ گزنه) در محلول‌های ترکیبی تیمار شدند. برای فراوری تیمار کترل از آب مقطر استفاده گردید. در نهایت فیله‌های گوشت در بسته‌های پلی اتیلن بسته بندی شدند و آزمایش‌های کیفی در روزهای نگهداری ۱، ۳، ۶، ۹، ۱۲ انجام شد. در طی زمان نگهداری فیله‌های گوشت گاو با عصاره برگ گزنه در ترکیب با اپسیلون پلی لیزین اندیس‌های pH، ترکیبات فتولیک، اندیس قرمزی (a) و ویژگی‌های ارگانولپتیکی به صورت معنی‌داری کاهش (P<0/05) و در مقابل اندیس‌های اکسیداسیون چربی، ازت فرار کل، اندیس روشنایی (L) و زردی (b) به صورت معنی‌داری کاهش (P<0/05) افزایش پیدا کردند. مشخص شد که فراوری فیله‌های گوشت گاو با عصاره گزنه (۶٪) در ترکیب با اپسیلون پلی لیزین (۰/۵٪) منجر به کاهش معنی‌داری (P<0/05) در میزان اکسیداسیون چربی و ترکیبات ازته فرار کل در حدود ۵۰٪ نسبت به نمونه کترل گردید. ویژگی‌های رنگی و ویژگی‌های ارگانولپتیکی فیله‌های گوشت فراوری شده نشان دادند که عصاره برگ گزنه در ترکیب با اپسیلون پلی لیزین می‌تواند منجر به افزایش امتیازهای حسی نمونه‌ها گردد. با توجه به نتایج مذکور می‌توان ذکر کرد که چون عصاره برگ گزنه دارای اثرات سینرژیستی با اپسیلون پلی لیزین در کاهش میزان اکسیداسیون چربی‌ها و ترکیبات ازته فرار کل بود، بنابراین می‌تواند برای تولید گوشت‌های تازه و فراسودمند مورد استفاده قرار بگیرد.

کلید واژگان: عصاره برگ گزنه، اپسیلون پلی لیزین، فیله گوشت گاو، ویژگی‌های کیفی، زمان ماندگاری

*مسئول مکاتبات: kazem.alirezalu@yahoo.com

است که در این غلطت بسیار مؤثرتر از آنتی اکسیدان‌های سنتیک عمل می‌کنند^[۶]. یکی از عصاره‌های گیاهی که دارای ویژگی‌های ضدمیکروبی، آنتی اکسیدانی، تغذیه‌ای و دارویی است عصاره گزنه (*Urtica dioica L.*) می‌باشد. برگ‌ها و ساقه‌ها بخش‌های دارویی گیاه گزنه را تشکیل می‌دهند. در برگ گیاه گزنه، کلروفیل، گزانتوفیل، لوکوآنتوسیانیدین، فلاونون و فلاونول موجود است که لوکوآنتوسیانیدین مهمترین ترکیبات فعال در این گیاه می‌باشند. گزنه گیاهی دارویی بوده و اثرات آن در درمان بیماری‌های سلطان^[۷]، دیابت^[۸]، بیماری‌های قلبی-عروقی^[۹]، بیماری‌های عصبی و اثرات ضدالتهابی^[۱۰] به اثبات رسیده است. از سوی دیگر گزارش‌ها نشان می‌دهد که گیاه گزنه به دلیل داشتن ترکیبات موثره دارای اثرات آنتی اکسیدانی و ضدمیکروبی قوی در برابر میکروارکانیسم‌های موجود در مواد غذایی است^[۱۱، ۷].

بیوپلیمرها به وفور در زندگی انسان‌ها وجود دارند. اپسیلون پلی لیزین از ۲۵-۳۵ باقیمانده اسید آمینه لیزین با پیوندهای بین گروه‌های آلفا کربوکسیل واپسیلوتاامینی تشکیل شده است. اپسیلون پلی لیزین توسط اکثر جنس‌های استرپتوكوکوس آلبیولوس و برخی از میکروارکانیسم‌های لاکتیکی تولید می‌شود^[۱۲]. اثرات ضدمیکروبی اپسیلون پلی لیزین بر علیه باکتری‌های گرم منفی و مثبت مانند اشريشیا کلی، سودوموناس ائزوگینوسا، سراتیا مارسینس، استافیلوکوکوس اورئوس و قارچ‌های کاندیدا آلبیکنتر به اثبات رسیده است^[۱۳]. این بیوپلیمر دارای مزایای متعددی نسبت به سایر پلیمرهای مانند زیست تخریب پذیری، حل پذیری، غیرسمی، غیرجهش زا و فراسودمندی دارد. بطوری که در اکثر کشورها مانند ایالات متحده، ژاپن و کره جنوبی اپسیلون پلی لیزین به عنوان نگهدارنده طبیعی در مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد^[۱۴]. گزارش‌های اندکی در مورد کاربرد عصاره برگ گزنه در ترکیب با اپسیلون پلی لیزین در مواد غذایی به ویژه در گوشت و فراورده‌های گوشتی وجود دارد. علیرضالو و همکاران^[۱۵] با بررسی اثرات ترکیبی عصاره برگ گزنه با عصاره‌های چای سبز و برگ زیتون در سوسیس فرانکفورتر به این نتیجه رسیدند عصاره‌های ترکیبی قابلیت کاهش معنی‌دار اکسیداسیون چربی را داشته و می‌توانند با جلوگیری از رشد میکروارکانیسم‌ها کیفیت ماندگاری محصول نهایی را افزایش دهند. همچنین این محققان نشان دادند که عصاره برگ گزنه دارای اثرات سینزیستی

۱- مقدمه

گوشت به بافت‌های حیوانی اطلاق می‌شود که برای مصرف غذایی مناسب بوده و مجموعه‌ای از بافت‌های عضلانی، پیوندی و استخوانی را شامل می‌شود و از لاشه حیوانات و دامهای گوشتی بدست می‌آید. گوشت منبع مهمی از پروتئین، انواع ویتامین‌های محلول در آب و چربی، اسیدهای چرب و مواد معدنی ضروری است. انواع گوشتها جزء غذاهای بسیار حساس به فساد دسته‌بندی می‌شوند که برای مدتی کوتاهی می‌توان آنها را تحت شرایط خاص نگهداری کرد^[۱]. مهمترین مواد آلوده کننده گوشت عبارتنداز: مدفع و پوست دام، گرد و غبار، دست تهیه کنندگان، لوازم و تجهیزات کشتار و حمل و نقل که علاوه بر تغییر در ترکیب و بافت گوشت، منجر به فساد گوشت نیز می‌شوند که این فساد در انسان مسمومیت‌های غذایی و بیماری‌های مختلف ایجاد می‌کند. هنگام کشتار، پوست کندن و شقه کردن ممکن است میکروبها از طریق قسمت‌های خارجی حیوان (شاخص، سم، مو) و یا از طریق قسمت‌های داخلی یعنی روده‌ها، گوشت را آلوده سازند. حمل و نقل، دست زدن به لاشه و قطعات گوشت نیز سبب افزایش تعداد میکروبها می‌شود^[۲].

روش‌های مختلفی برای افزایش زمان ماندگاری گوشت قرمز وجود دارد که از آن جمله می‌توان به استفاده از بسته بندی‌های فعال، اتمسفر تغییریافته، دامهای بالا (پختن) و پائین (فریز کردن)، نمک و اسیدهای آلی، خشک کردن، تخمیر، دود دادن و اخیراً استفاده از عصاره‌های گیاهی و ترکیبات ضدمیکروبی طبیعی اشاره کرد^[۳]. تحقیقات نشان داده است که بیش از ۳۲ نوع گیاه معطر و ادویه در طبیعت وجود دارد که می‌توان به عنوان منبع غنی از آنتی اکسیدانی و ضدمیکروبی استفاده کرد. گیاهان و عصاره‌های آنها در طبیعت به دلیل داشتن ترکیبات موثر مثل ترکیبات فنولیکی، فلاونوئیدها، تانین‌ها و اسیدهای فنولیک به عنوان منبع آنتی اکسیدان‌های طبیعی مورد توجه قرار گرفته اند^[۴]. این ترکیبات علاوه بر خاصیت آنتی اکسیدانی دارای فعالیت ضدمیکروبی، ضدسرطانی و ضدجهش زایی نیز هستند^[۵]. عصاره‌های گیاهی بیشتر برای حفاظت روغن‌ها، انواع گوشت، امولسیون‌ها و ماهی در برابر اکسیداسیون و فعالیت‌های ضدمیکروبی در سطح ۰/۰٪ استفاده شده‌اند و نتایج نشان داده

(۳٪ و ۰.۹٪) و محلول اپسیلون پلی لیزین (۰.۰۵٪) به مدت ۱ ساعت در دمای ۴°C با نسبت ۱ به ۱ (تکه‌های گوشت به عصاره برگ گزنه) غوطه‌ور شدند. برای تیمار کنترل نیز به جای مخلوط عصاره برگ گزنه و محلول اپسیلون پلی لیزین از آب مقطر استفاده شد. در مرحله نهایی تکه‌های گوشت از مخلوطها جداسازی شده و پس از خروج کامل ترکیب عصاره برگ گزنه، محلول اپسیلون پلی لیزین و آب مقطر، در بسته‌های پلی‌اتیلن تحت اتمسفر معمولیّه صورت ۴ تیمار (تیمار ۱: گوشت کنترل؛ تیمار ۲: گوشت تیمار شده در محلول ۳٪ عصاره برگ گزنه و ۰.۰۵٪ اپسیلون پلی لیزین؛ تیمار ۳: گوشت تیمار شده در محلول ۰.۶٪ عصاره برگ گزنه و ۰.۰۵٪ اپسیلون پلی لیزین؛ تیمار ۴: گوشت تیمار شده در محلول ۰.۹٪ عصاره برگ گزنه و ۰.۰۵٪ اپسیلون پلی لیزین) بسته بندی شدند و در دمای ۱۲°C به مدت ۱۲ روز نگهداری شدند. از نمونه‌های گوشت هر ۳ روز (روزهای ۱، ۲، ۳، ۹، ۱۲) نمونه برداری انجام شد و آزمایش‌های زیر مورد ارزیابی قرار گرفتند.

۴-۲-آزمایش‌ها

pH-۱-۴-۲

برای اینکار از pH متر مدل Hanna (ساخت کشور پرتغال) که از قبل کالیبره شده استفاده شد. ابتدا ۲ گرم از نمونه‌های گوشت با آب مقطر با نسبت ۱ به ۱۰ به طور اولیه مخلوط و سپس در مخلوط کن با دور rpm ۱۲۰۰۰ به مدت ۲ دقیقه هموژنیزه شد. در نهایت مقدار pH مورد سنجش قرار گرفت [۱۹].

۴-۲-۲-ترکیب شیمیایی

آزمون‌های محتوای رطوبت، چربی، پروتئین و خاکستر نمونه‌های مختلف گوشت بر اساس روش‌های استاندارد AOAC [۲۰] انجام شد.

۴-۲-۳-ترکیبات فنولیک

میزان ترکیبات فنولیک کل نمونه‌های مختلف گوشت با استفاده از معرف فولین سیو-کالجیو و به کمک دستگاه اسپکتروفوتومتر (مدل UV-Vis 2100 ساخت شرکت Unico؛ آمریکا) انجام پذیرفت [۲۱]. به طور خلاصه، ۵۰ g گوشت خرد شده با ۲۰ min آب مقطر در حال جوش مخلوط شد و مدت ۱۰۰ در ۲/۵ ml این دما نگهداری شد. پس از سرد کردن و فیلتر کردن،

با اپسیلون پلی لیزین بوده و می‌تواند در تولید سوپسیس فرانکفورتر بدون نیتریت مورد استفاده قرار بگیرند [۱۶]. با توجه به اینکه گزنه، عصاره حاصل از آن و اپسیلون پلی لیزین دارای اثرات متعدد سلامتی بخش و تکنولوژیکی مانند اثرات ضدیکروبی، آنتی اکسیدانی و بهبود ویژگی‌های ارگانولپتیکی بوده و همچنین با قیمت پائین در دسترس می‌باشد، بنابراین کاربرد آن در صنایع غذایی با اهداف مختلف جالب توجه می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱-آماده سازی عصاره برگ گزنه

برای این کار از روش علیرضالو [۱۷] با اندکی تغییرات استفاده شد. برگ‌های گزنه موجود پس از تمیز کردن با الک دستی در دمای ۳۵°C درجه سانتیگراد به مدت ۳ روز در آون خشک شدند. سپس توسط آسیاب عمل خرد کردن برگ‌ها انجام گرفت. نمونه‌های ۳۰، ۶۰ و ۹۰ گرمی پودر برگ گزنه در داخل بشر با آب مقطر به حجم ۱ لیتر رسانیده شد و دمای ۹۰°C به مدت ۱۵ دقیقه حرارت داده شدند. عصاره‌های گزنه به کمک کاغذ صافی از مواد گیاهی جدا شدند و بدین ترتیب عصاره‌های برگ گزنه با غلظت ۳٪ و ۶٪ تهیه شدند. میزان بریکس عصاره توسط رفراکтомتر سنجیده شد. عصاره‌های تولیدی تا زمان استفاده در دمای ۴°C نگهداری شدند.

۲-۲-تهیه محلول اپسیلون پلی لیزین

برای تهیه محلول اولیه اپسیلون پلی‌لیزین از روش هامپیکیان و اگور [۱۸] با اندکی تغییرات استفاده شد. ۲ گرم اپسیلون پلی لیزین در ۲۰۰ میلی لیتر اسید استیک گلاسیال ۰/۰۲ m به کمک حرارت ۷۰-۶۰°C حل شد. سپس محلول با استفاده از فیلترهای با اندازه منفذ ۰/۲۲ µm میکرومتر استریل شد و برای فراوری گوشت مورد استفاده قرار گرفت.

۲-۳-تیمار گوشت قرمز در عصاره برگ گزنه

پس از آماده سازی عصاره برگ گزنه و خرد کردن گوشت به تکه‌های ۲×۲×۵ سانتیمتر، در مرحله بعد تکه‌های گوشت در مخلوطی از ترکیب عصاره برگ گزنه با درصدهای مختلف

برای ارزیابی رنگ نمونه‌های گوشت از عکسبرداری دیجیتالی شبیه ساز هاترلب استفاده شد [۲۳]. اندازه‌گیری رنگ با بررسی پیکسل‌های عکس دیجیتالی سطح ماده غذایی توسط نرم افزار فتوشاپ و تبدیل اندیس‌های Lab RGB به صورت گرفت.

۷-۴-۲- ویژگی‌های حسی

تأثیر استفاده از عصاره‌های گیاهی و ترکیبات ضدمیکروبی طبیعی روی ویژگی‌های ارگانولپتیکی گوشت‌های تیمار شده شامل رنگ، بوی تازگی، بافت و مقبولیت کلی نمونه‌ها با استفاده از ۱۲ نفر پانلیست (مرد: ۴ نفر، زن: ۸ نفر؛ سن: ۲۰-۳۰ سال) از دانشجویان گروه صنایع غذایی دانشگاه تبریز در روز ۱۲ مدت زمان نگهداری به روش توصیفی ۵ نقطه‌ای (۵: خیلی قوی، ۴: قوی، ۳: متوسط، ۲: ضعیف، ۱: خیلی ضعیف) و بر اساس روش‌های استون و سایدل [۲۴] و اکونومو و همکاران [۲۵] انجام گرفت. قبل از ارزیابی حسی نمونه‌ها به پانلیست‌ها آموزش‌های لازم در ارتباط با نحوه ارزیابی نمونه‌ها داده شد.

۵-۲- آنالیز آماری

این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار تکه‌های گوشت کترول و تکه‌های گوشت‌های تیمار شده با عصاره برگ گزنه با غلظت‌های ۳، ۶ و ۹ درصد در ترکیب با اپسیلون پلی لیزین (۰/۰۵٪) انجام شد. برای آنالیز داده‌ها در طول زمان از روش اندازه‌گیری‌های تکرار شده در واحد زمان در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها در زمان‌های مختلف با روش حداقل میانگین مربعات انجام و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

نتایج حاصل از تغییرات pH فیله‌های گوشت گاو تیمار شده با عصاره برگ گزنه و اپسیلون پلی لیزین در طی زمان نگهداری ۱۲ روز در شکل ۱ نشان داده شده است. مشخص شد که تیمار فیله‌های گوشت گاو با غلظت‌های مختلف عصاره گیاهی، اپسیلون پلی لیزین و زمان نگهداری باعث ایجاد تغییرات معنی‌داری ($P < 0/05$) در pH شد. pH اولیه عصاره برگ گزنه برابر با ۶/۱۵ بود، بنابراین تیمار فیله‌های گوشت با این ترکیب باعث افزایش

معرف فولین سیو-کالچیو و ml ۵ کربنات سدیم اشباع به محلول صاف شده در لوله آزمایش اضافه شد. لوله‌ها ورتکس شده و پس از نگهداری آنها به مدت h ۱ در مکان تاریک، میزان جذب نمونه‌ها در طول موج nm ۷۰۰ قرائت شد. منحنی کالیبراسیون با استفاده از اسید گالیک در محدوده mg/ml ۰/۰۳-۰/۰۵ رسم شد و پس از تعیین رگرسیون خط مورد نظر (Y = ۰.۹۵۷۵ X - ۰.۰۶۸۹, R² = ۰.۹۷۰۲ گالیک اسید بر g ۱۰۰ ماده خشک بیان شد.

۴-۴- ازت فرار کل

برای سنجش میزان ازت فرار کل از روش جون و همکاران [۲۲] استفاده گردید. بدین ترتیب که g ۱۰ گوشت چرخ شده به همراه ۲ g اسید منیزیم و ۲۵۰ ml آب مقطر داخل بالن کلدال ریخته شد. پس از ۳۰ min حرارت دادن و تقطیر ترکیبات نیتروژنی در اسید بوریک ۲٪، عمل تیتراسیون تا ظهور رنگ صورتی پایدار توسط اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال و شناساگر متیل رد انجام پذیرفت.

۴-۵- محتوای اکسیداسیون چربی یا اندیس (TBARS)

۲ گرم گوشت چرخ شده را با ۵ میلیلیتر محلول ۲۰ درصد تری کلرو استیک اسید (۲۰ گرم تری کلرو استیک اسید را در یک بشر توزین نموده و در مقدار کمی اسید فسفریک ۲ مولار حل کرده و پس از انتقال به بالن ۱۰۰ میلیلیتری با اسید فسفریک به حجم رساندهش) به مدت ۲ دقیقه در مخلوط کن مخلوط نموده، سپس ظرف مخلوط کن با ۵ میلیلیتر آب مقطر شستشو داده شد و به مخلوط قبلی اضافه گردید. در پایان کل مخلوط با یک فیلتر کاغذی (واتمن شماره ۴۱) صاف گردید. ۵ میلیلیتر از عصاره تری کلرو استیک اسید گوشت را با ۵ میلیلیتر از محلول تیوباریبوتیک اسید ۰/۱ مولار را در یک لوله آزمایش مخلوط کرده و به مدت ۱ ساعت در حمام ۱۰۰ درجه سلسیوس گذاشته شد تا رنگ ایجاد گردد. رنگ حاصل در طول موج nm ۵۳۲ نانومتر قرائت شد [۲۰]. همچنین برای رسم نمودار کالیبراسیون از ۱، ۳، ۳ ترااتوکسی پروپان استفاده شد.

۴-۶- ویژگی‌های رنگی

1. Thiobarbituric acid reactive substances

با توجه به اینکه عصاره برگ گزنه و اپسیلون پلی لیزین دارای اثرات ضد میکروبی می باشند، بنابراین تیمار ۴ دارای کمترین میزان pH در انتهای زمان نگهداری بود. نتایج این تحقیق با گزارش های سایر محققان مانند یینگیوادو همکاران [۲۸] مطابقت داشت. به طوری که آنها نشان دادند استفاده از ترکیبات ضد میکروبی طبیعی به صورت پوشش و غوطه وری باعث جلوگیری از افزایش pH می باشد. pH و ثابت ماندن آن در طول مدت زمان نگهداری نسبت به سایر نمونه های گوشت بدون پوشش یا بدون ترکیبات ضد میکروبی می گردد و مهمترین علت آن را به خصوصیت مهار رشد میکروبی نسبت دادند. علیرضالو و همکاران [۱۵] با بررسی تاثیر عصاره برگ گزنه روی ویژگی های کیفی سوسیس فرانکفورتر نشان دادند که این ترکیبات دارای اثرات ضد میکروبی بوده و می توانند در جلوگیری از افزایش pH موثر واقع شود. همچنین این محققان به اثرات ضد میکروبی اپسیلون پلی لیزین اشاره کرده و اظهار کردند که اپسیلون پلی لیزین دارای اثرات ضد میکروبی بیشتری از نایسین و کیتوزان می باشد.

انواع مختلف گوشت به دلیل داشتن رطوبت بالای ۷۰٪ جزء مواد غذایی فساد پذیر می باشند. وجود رطوبت در گوشت علاوه بر تغییرات فیزیکی-شیمیابی، حسی و تغذیه ای نامطلوب باعث تسریع رشد میکروارگانیسم ها و کاهش زمان ماندگاری آن می شود. شکل ۲ تغییرات محتواهای رطوبت فیله های گوشت تیمار شده با عصاره برگ گزنه و اپسیلون پلی لیزین در طی زمان نگهداری را نشان می دهد. نتایج نشان داد که در طی زمان نگهداری ۱۲ روز میزان رطوبت فیله های گوشت به طور معنی داری ($P < 0.05$) کاهش یافت. تغییر در محتواهای رطوبتی گوشت و فراورده های گوشتی بسته بندی شده مربوط به نوع بسته بندی و سرعت انتقال بخار آب از ماده بسته بندی است. در این پژوهش چون فیله های گوشت گاو تیمار شده در بسته بندی های پلی اتیلنی بسته بندی شده بودند بنابراین طی زمان نگهداری در تمامی تیمار های تقریباً ۱-۳٪ از محتواهای رطوبت کاسته شد.

اندیس pH در روز اول شد. در روز اول کمترین میزان pH مربوط به تیمار کنترل بود. در طی زمان نگهداری pH نمونه های فیله گوشت به جز تیمار کنترل به طور معنی داری ($P < 0.05$) تا روز ۶ و ۹ افزایش پیدا کرد ولی در تیمار کنترل افزایش تا آخر زمان نگهداری مشاهده شد، به طوری که در انتهای زمان نگهداری به ۶/۶۱ رسید. زانگ و همکاران [۲۶] با بررسی تاثیر انواع عصاره های گیاهی روی کیفیت گوشت مرغ اظهار کردند که طی زمان نگهداری pH نمونه کنترل از ۵/۶۵ تا ۶/۶۶ افزایش یافت و عصاره های گیاهی مانع از افزایش pH در نمونه های تیمار شده می شوند که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت. عوامل موثر در تغییر میزان pH در فیله های گوشت در درجه اول مربوط به تجزیه پروتئین ها و تولید اسیدهای آمینه و آمین های آزاد و سپس مربوط به فعالیت باکتری های اسید لاكتیک و تولید اسید لاكتیک طی زمان نگهداری می باشد [۲۵].

هنگام نگهداری گوشت با گذشت زمان فعالیت میکروبی افزایش می یابد که این میکروارگانیسم ها باعث تجزیه پروتئین ها به ترکیبات نیتروژن دار غیر پروتئینی شده و در نهایت منجر به افزایش pH گوشت می شوند [۲۷].

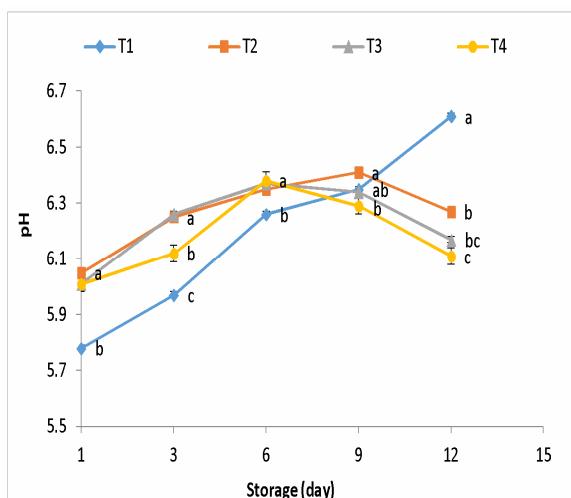


Fig 1 Changes in pH value of beef fillets treated with stinging nettle extract in combination with ϵ -polylysine at 4 °C during storage

a-c Mean values in the same column not followed by a common letter differ significantly ($P < .05$).

T1: Control; T2: 0.5% ϵ -PL + 3% SNE; T3: 0.5% ϵ -PL + 6% SNE; T4: 0.5% ϵ -PL + 9% SNE

بیشتری بود. در همین ارتباط سارکر و همکاران [۲۹] گزارش دادند که تیمار کردن گوشت خوک با غلظت‌های ۱، ۰/۵ و ۲ درصد عصاره چای سبز می‌تواند باعث افزایش میزان رطوبت نمونه گوشت از ۷۴٪ تا ۷۶٪ شود. عبدالنعیم و محمد [۳۰] نشان دادند که افزودن ۵٪ عصاره زنجیبل و ۰/۰۱٪ پاپائین به همبرگرهای تهیه شده از گوشت شتر می‌تواند منجر به افزایش ۴٪ محتوای رطوبت طی زمان نگهداری ۳ ماه در دمای -18°C شود.

جدول ۱ ترکیب شیمیایی فیله‌های گوشت گاو تیمار شده با عصاره برگ گزنه در ترکیب با اپسیلون پلی لیزین در طی زمان نگهداری ۱۲ روز را نشان می‌دهد. همانطور که مشخص شد در طی زمان نگهداری درصد چربی، پروتئین و خاکستر تغییرات معنی‌داری ($P < 0/05$) نشان ندادند. همانطور که مشخص شد در طول مدت زمان نگهداری درصد چربی تمامی نمونه‌های گوشت تیمار شده و کنترل به صورت نسبی افزایش پیدا کرد که این افزایش معنی دار ($P < 0/05$) نبود. از دلایل افزایش جزئی درصد چربی می‌توان به کاهش میزان رطوبت نمونه‌های مختلف گوشت در مدت زمان نگهداری در دمای 4°C اشاره کرد.

مشخص شد که با افزایش غلظت عصاره برگ گزنه از تیمار ۲ تا ۴ چون محتوای رطوبت فیله‌های گوشت افزایش پیدا می‌کند، بنابراین محتوای چربی کاهش پیدا می‌کند. در انتهای زمان نگهداری تیمار ۲ دارای بالاترین محتوای چربی بود. شایان ذکر است که میان فیله‌های مختلف گوشت تیمار شده و کنترل اختلاف معنی‌داری ($P < 0/05$) در محتوای چربی مشاهده شد. ولی این اختلاف بین گوشت‌های تیمار شده معنی دار ($P > 0/05$) نبود. نتایج تغییرات میزان چربی این تحقیق با گزارش‌های داسزکویچ و همکاران [۳۱] در مورد گوشت گاو و سارکر و همکاران [۲۹] در مورد گوشت خوک همخوانی داشت. به طوری که میزان چربی آنها نیز در طول مدت زمان نگهداری تغییر معنی‌داری ($P < 0/05$) پیدا نکرد.

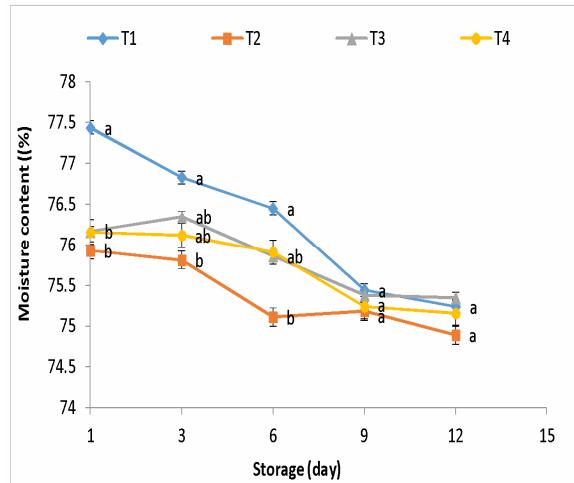


Fig 2 Changes in moisture content of beef fillets treated with stinging nettle extract in combination with ϵ -polylysine at 4°C during storage
a-b Mean values in the same column not followed by a common letter differ significantly ($P < .05$).
T1: Control; T2: 0.5% ϵ -PL + 3% SNE; T3: 0.5% ϵ -PL + 6% SNE; T4: 0.5% ϵ -PL + 9% SNE

محتوای رطوبت اولیه فیله‌های گوشت گاو در محدوده ۷۷/۵-۷۵/۸٪ بودند که در ابتدای مدت زمان نگهداری نمونه کنترل دارای بالاترین محتوای رطوبت بود که می‌تواند مربوط به جذب رطوبت طی فراوری باشد. با توجه به اینکه اپسیلون پلی لیزین دارای ویژگی‌های تشکیل فیلم می‌باشد، بنابراین تشکیل فیلم در سطح فیله‌های گوشت منجر به جلوگیری از کاهش رطوبت طی زمان نگهداری شد. بر اساس موارد ذکر شده در بین فیله‌های تیمار ۳ و ۴ دارای کمترین میزان کاهش رطوبت طی زمان نگهداری بودند. در انتهای مدت زمان نگهداری میان فیله‌های گوشت‌های تیمار شده و نمونه کنترل اختلاف معنی‌داری ($P < 0/05$) مشاهده شد. بدین صورت که هر چه میزان غلظت عصاره برگ گزنه افزایش پیدا کرد میزان رطوبت نمونه گوشت افزایش نشان داد. از دلایل احتمالی این اختلاف می‌توان به خاصیت جذب رطوبت ترکیبات فنولیک اشاره کرد [۴] که در فیله‌های گوشت تیمار شده با غلظت ۹٪، این جذب رطوبت به شکل

Table 1 Changes in fat, protein and ash content (%) of beef fillets treated with stinging nettle extract in combination with ϵ -polylysine at 4 °C during storage

Properties	Treatment	Storage (day)			
		1	3	6	9
Fat	T1	1.35 ± 0.03 ^{Aa}	1.36 ± 0.02 ^{Aa}	1.56 ± 0.04 ^{Aa}	1.61 ± 0.02 ^{Aa}
	T2	1.47 ± 0.04 ^{Aa}	1.43 ± 0.01 ^{Aa}	1.65 ± 0.03 ^{Aa}	1.76 ± 0.03 ^{Aa}
	T3	1.42 ± 0.06 ^{Aa}	1.57 ± 0.02 ^{Aa}	1.63 ± 0.03 ^{Aa}	1.71 ± 0.04 ^{Aa}
	T4	1.46 ± 0.04 ^{Aa}	1.47 ± 0.03 ^{Aa}	1.58 ± 0.01 ^{Aa}	1.62 ± 0.01 ^{Aa}
Protein	T1	20.37 ± 0.01 ^{Aa}	20.47 ± 0.02 ^{Aa}	20.48 ± 0.01 ^{Aa}	20.73 ± 0.02 ^{Aa}
	T2	20.42 ± 0.01 ^{Ab}	20.61 ± 0.02 ^{Ab}	20.73 ± 0.01 ^{Ab}	20.82 ± 0.02 ^{Ab}
	T3	20.45 ± 0.06 ^{Aa}	20.68 ± 0.02 ^{Aa}	20.72 ± 0.02 ^{Aa}	20.74 ± 0.02 ^{Aa}
	T4	20.43 ± 0.01 ^{Ab}	20.45 ± 0.02 ^{Ab}	20.64 ± 0.01 ^{Ab}	20.84 ± 0.02 ^{Ab}
Ash	T1	0.92 ± 0.001 ^{Aa}	0.91 ± 0.001 ^{Aa}	0.93 ± 0.004 ^{Aa}	0.92 ± 0.002 ^{Ba}
	T2	0.91 ± 0.004 ^{Aa}	0.91 ± 0.005 ^{Aa}	0.92 ± 0.003 ^{Aa}	0.93 ± 0.002 ^{ABa}
	T3	0.93 ± 0.003 ^{Aa}	0.94 ± 0.002 ^{Aa}	0.93 ± 0.003 ^{Aa}	0.95 ± 0.004 ^{ABa}
	T4	0.94 ± 0.004 ^{Aa}	0.93 ± 0.001 ^{Aa}	0.95 ± 0.005 ^{Aa}	0.96 ± 0.001 ^{Aa}

^{a-b} Mean values in the same row not followed by a common letter differ significantly ($P < .05$).

^{A-B} Mean values in the same column not followed by a common letter differ significantly ($P < .05$).

T1: Control; T2: 0.5% ϵ -PL + 3% SNE; T3: 0.5% ϵ -PL + 6% SNE; T4: 0.5% ϵ -PL + 9% SNE

پودری و عصاره تاثیر معنی داری ($P > 0.05$) روی محتوای رطوبت، چربی و پروتئین نداشت. نتایج نشان داد که در طی زمان نگهداری محتوای خاکستر فیله های گوشت تیمار شده و نمونه کنترل افزایش غیرمعنی داری ($P > 0.05$) داشت. با این وجود مشخص شد که تیمار گوشت با غلظت های مختلف عصاره برگ گزنه منجر به تغییرات معنی داری ($P < 0.05$) در محتوای خاکستر گزنه های گوشت گردید. دلیل این تغییرات می تواند مربوط به مواد مختلف در عصاره های گیاهی باشد که در طی غوطه ور کردن فیله های گوشت طی زمان ۵ ساعت جذب نمونه ها گشته اند و منجر به افزایش محتوای خاکستر شده اند.

نتایج آنالیز واریانس و مقایسه میانگین ها نشان داد که نوع تیمار و زمان نگهداری و اثرات متقابل آنها دارای تاثیر معنی داری ($P < 0.05$) روی محتوای ترکیبات فنولیک کل داشت. در طول زمان نگهداری میزان ترکیبات فنولیک کل در تمامی تیمارها کاهش ($P < 0.05$) پیدا کرد (شکل ۳). در گوشت کنترل ترکیبات فنولیک در حد شناسایی با دستگاه اسپکتروفتومتر نبود و تا آخرین روز نگهداری رویه ثابتی نشان داد. حق پرست و همکاران [۳۴] با بررسی تاثیر عصاره چای سبز و پیاز روی کیفیت و زمان ماندگاری فیله های ماهی خاویار به این نتیجه رسیدند که در طول مدت زمان نگهداری میزان ترکیبات فنلی کاهش پیدا می کند که

افزایش غیرمعنی داری ($P > 0.05$) در محتوای پروتئین فیله های گوشت تیمار شده با غلظت های مختلف عصاره برگ گزنه و اپسیلون پلی لیزین و گوشت کنترل در طول زمان نگهداری ۱۲ روز مشاهده شد. با این وجود افزایش محتوای پروتئین در مورد تیمارهای ۲ و ۴ معنی دار ($P < 0.05$) بود. دلیل این اختلاف همانند تغییر در محتوای چربی مربوط به خروج آب به شکل تبخیر سطحی از نمونه های مختلف فیله گوشت می باشد. نمونه های فیله گوشت تیمار شده با اپسیلون پلی لیزین به دلیل ماهیت پروتئینی این ترکیب به طور غیرمعنی داری ($P > 0.05$) دارای محتوای پروتئینی بالاتری در مقایسه با سایر نمونه ها بودند. گزارش های محمد و همکاران [۳۲] در مورد گوشت گاو، داسزکیویچ و همکاران [۳۱] در مورد گوشت گاو و سارکر و همکاران [۲۹] در مورد گوشت خوک نشان داد که میزان پروتئین آنها نیز در طول مدت زمان نگهداری تغییر چندانی پیدا نکرد که با نتایج این پژوهش سازگاری بالایی داشت. با وجود برخی گزارش های نشان می دهد که اگر محتوای رطوبتی در طی زمان نگهداری گوشت و فراورده های گوشتی تغییر چندانی نداشته باشد، محتوای چربی، پروتئین، کربوهیدرات و خاکستر تغییر معنی داری ($P > 0.05$) نخواهد داشت. بر همین اساس سلام و همکاران [۳۳] اظهار کردند که افزودن سیر به صورت تازه،

مانند فعالیت آنتیاکسیدانی و ضدمیکروبی می‌باشد [۳۷]. همچنین گزارش‌های قبلی اثبات کرده‌اند که ترکیبات فنولیک نقش مهمی در جلوگیری از بروز بیماری‌های قبلی سروقی ویژه‌ای دارند. بر همین اساس مشخص شده است که ترکیبات فنولیک در جلوگیری از اکسیداسیون لیپوپروتئین با دانسته پائین حائز اهمیت می‌باشد [۳۸].

اکسیداسیون چربی‌ها به عنوان عامل رنسیدگی یکی از عوامل مهم فساد و کاهش کیفیت گوشت و فرآورده‌های گوشتی است که به دلیل میزان بالای چربی و زمان طولانی مدت نگهداری این محصولات غذایی اتفاق می‌افتد. این پدیده منجر به افزایش اکسیداسیون پروتئین‌ها، ایجاد بدطعمی، افت رنگ و در نهایت تقایص ارگانولپتیکی و بافتی در فرآورده‌های گوشتی می‌شود [۳۹]. در شکل ۴ محتوای اندیس TBARS (mg/kg) در فیله‌های گوشت گاو تیمار شده با غلظت‌های مختلف عصاره برگ گزنه و اپسیلون پلی لیزین در طی زمان نگهداری ۱۲ روز نشان داده شده است. نتایج نشان داد که ترکیب عصاره گزنه و اپسیلون پلی لیزین و زمان نگهداری دارای تاثیر معنی‌داری ($P < 0.05$) روی اندیس TBARS بود. در تمامی نمونه‌های گوشت اندیس TBARS به طور معنی‌داری ($P < 0.05$) افزایش پیدا کرد. با این وجود شبیه افزایش این اندیس در نمونه کنترل خیلی بیشتر از فیله‌های گوشت تیمار شده با عصاره گزنه و اپسیلون پلی لیزین بود.

فعالیت آنتیاکسیدانی عصاره برگ گزنه بسته به مقدار عصاره [۴۰] و نوع عصاره مصرفی [۱۶، ۴۱] می‌تواند متفاوت باشد. تیمار ۹٪ عصاره برگ گزنه و ۰.۵٪ اپسیلون پلی لیزین ۴۳٪ اندیس TBARS را نسبت به نمونه کنترل کاهش دادند. آلپ و آکسو [۱۱] گزارش دادند که افزودن ۵۰۰ ppm عصاره گزنه به گوشت چرخ شده گاو می‌تواند باعث کاهش اکسیداسیون چربی‌ها در طی زمان نگهداری گردد. در مورد آنتیاکسیدان‌های فنولیک مشخص شده است که جذب رادیکال‌های آزاد و یون‌های فلزی مکانیسم اصلی عمل آنها محسوب می‌شود [۴۲].

با نتایج این پژوهش مطابقت نشان داد. شکستن ساختار ترکیباتفنولیک و تخریب آنها در طول زمان باعث کاهش آنها می‌شود. همچنین اکسیداسیون آنزیمی ترکیباتفنولیک در حضور اکسیژن به مرور زمان باعث این کاهش می‌شود [۳۵].

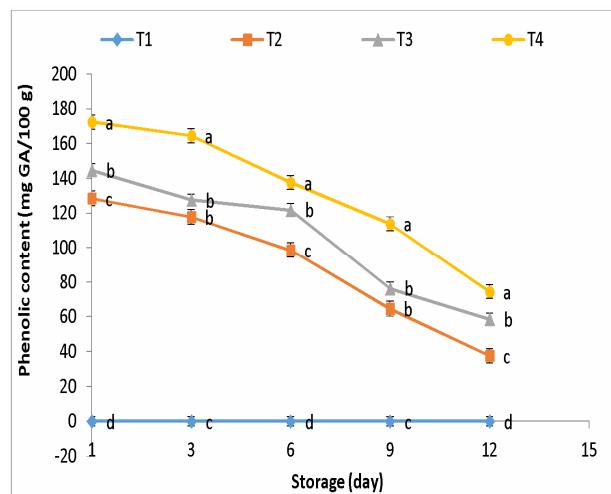


Fig 3 Changes in phenolic content (mg GA/100 g) of beef fillets treated with stinging nettle extract in combination with ϵ -polylysine at 4 °C during storage
a-d Mean values in the same column not followed by a common letter differ significantly ($P < .05$).
T1: Control; T2: 0.5% ϵ -PL + 3% SNE; T3: 0.5% ϵ -PL + 6% SNE; T4: 0.5% ϵ -PL + 9% SNE

در انتهای زمان نگهداری فیله‌های گوشت گاو تیمار شده با ۹٪ عصاره برگ گزنه و ۰.۵٪ اپسیلون پلی لیزین دارای بیشترین محتوای ترکیبات فنولیک بودند. با توجه به اینکه اپسیلون پلی لیزین دارای اثر ممانعت کنندگی از انتقال اکسیژن به فیله گوشت را داشت، بنابراین توانست از اکسیداسیون ترکیبات فنولیک در طی زمان نگهداری جلوگیری نماید. داسکالاکی و همکاران [۳۶] نشان دادند که محتوای ترکیبات فنولیک در طی فرایندهای حرارتی و زمان نگهداری به دلیل واکنش‌های اکسیداتیوی کاهش پیدا می‌کند. همچنین اکسیداسیون آنزیمی ترکیباتفنولیک در حضور اکسیژن به مرور زمان باعث این کاهش می‌شود [۳۵]. عصاره‌های گیاهی ترکیبات غنی از ترکیبات فنولیک هستند که این متابولیت‌های ثانویه دارای ویژگی‌های سلامتی و تکنولوژیکی

آمونیاک، متیل آمین، دی متیل آمین، تری متیل آمین و دیگر ترکیبات مشابه، که در اثر فعالیت‌های میکروبی و آنزیم‌های داخلی تولید می‌شوند، تحت عنوان ترکیبات ازته فرار کل قلمداد شده و با بررسی آن در مواد غذایی گوشتی جهت نشان دادن فساد موردن استفاده قرار می‌گیرد، به طوری که مشخص شده است اگر محتوای ازت فرار کل بیشتر از $30\text{ mg}/100\text{ g}$ باشد آن محصول قابلیت استفاده را نخواهد داشت [۴۸]. شکل ۵ محتوای ترکیبات ازته فرار کل در فیله‌های گوشت تیمار شده با عصاره برگ گزنه و اپسیلیون پلی لیزین در طی زمان نگهداری ۱۲ روز را نشان می‌دهد.

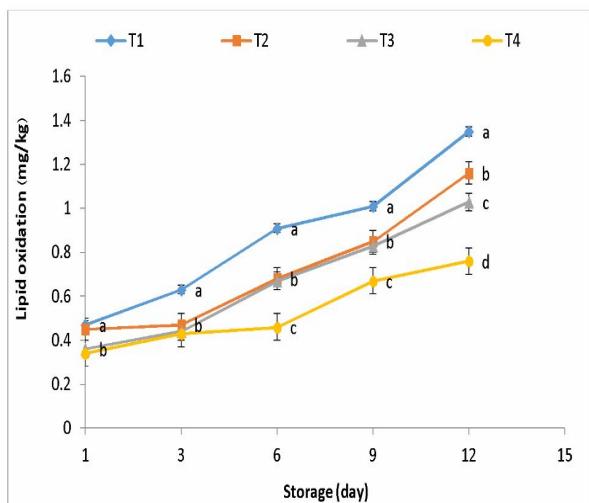


Fig 4 Changes in lipid oxidation (mg/kg) of beef

fillets treated with stinging nettle extract in combination with ϵ -polylysine at 4°C during storage

^{a-d} Mean values in the same column not followed by a common letter differ significantly ($P < .05$).

T1: Control; T2: 0.5% ϵ -PL + 3% SNE; T3: 0.5% ϵ -PL + 6% SNE; T4: 0.5% ϵ -PL + 9% SNE

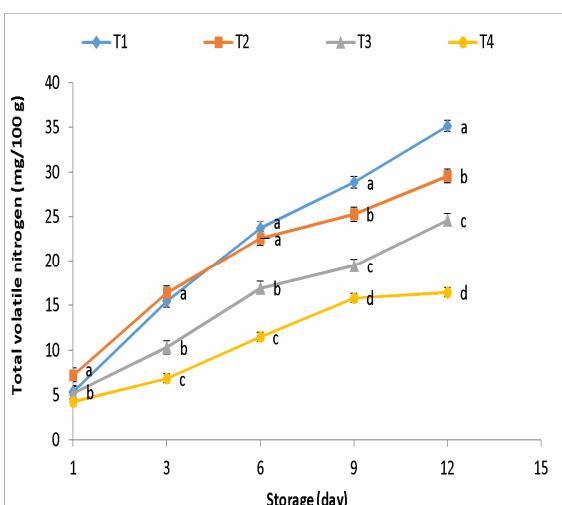


Fig 5 Changes in total volatile nitrogen (mg/100 g) of beef fillets treated with stinging nettle extract in combination with ϵ -polylysine at 4°C during storage

^{a-d} Mean values in the same column not followed by a common letter differ significantly ($P < .05$).

T1: Control; T2: 0.5% ϵ -PL + 3% SNE; T3: 0.5% ϵ -PL + 6% SNE; T4: 0.5% ϵ -PL + 9% SNE

در تمامی تیمارها محتوای ترکیبات ازت فرار کل به طور معنی‌داری ($P < .05$) طی زمان نگهداری افزایش پیدا کرد. به طوری که در انتهای زمان نگهداری بیشترین و کمترین میزان ترکیبات ازت فرار کل به ترتیب مربوط به تیمار کنترل (ترکیبات ازت فرار کل به طوری که ترتیب مرتبه به تیمار کنترل $35/17\text{ mg}/100\text{ g}$ و تیمار $6\text{ mg}/100\text{ g}$ بود). مشخص شد که ترکیبات فنولیک موجود در عصاره برگ گزنه و اپسیلیون پلی لیزین دارای اثرات ضدمیکروبی بالایی در کنترل میکرووارگانیسم‌های پروتئولیتیک داشتند که منجر به کاهش

همچنین در گزارشی دیگر آلامد و همکاران [۴۳] بیان کردند که افزایش ترکیبات تا حد ویژه‌ای می‌تواند باعث افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی شوند و بیشتر از آن نه تنها فعالیت آنتی‌اکسیدانی افزایش پیدا نمی‌کند بلکه در مورد برخی ترکیبات، فعالیت پرواکسیدانی نیز دیده می‌شود. محققان دیگری نیز فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره چای سبز در سوسیس بلوگنا [۴۴]، عصاره گزنه در سوسیس سوجوک [۴۱] و عصاره برگ زیتون در سوسیس پخته خوک [۴۵] را مورد تایید قرار داده‌اند. با وجود اینکه فعالیت آنتی‌اکسیدانی ترکیبات فنولیک به اثبات رسیده است ولی این فعالیت می‌تواند بر اثر فرایند حرارتی، پروفیل ترکیبات فنولیک، ماتریکس غذایی و پایداری اکسیدانتیوی ترکیبات موجود در ماده غذایی تحت تاثیر قرار بگیرد [۴۴]. جریدی و همکاران [۴۶] اظهار کردند که فیلم ژلاتینی حاوی عصاره گیاهی می‌تواند به عنوان ممانعت کننده از انتقال اکسیژن به هنگام نگهداری گوشت در شرایط دمایی یخچال عمل نماید که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت.

محتوای ازت فرار کل در گوشت و فرآورده‌های گوشتی دلیلی بر تجزیه ترکیبات پروتئینی توسط میکرووارگانیسم‌های پروتئولیتیک می‌باشد [۴۷]. دامنه وسیعی از ترکیبات پایه‌ای فرار از جمله

بالاترین میزان ان迪س L و فیله‌های گوشت تیمار کنترل دارای پائین‌ترین میزان این ان迪س بود. از عوامل موثر بر ان迪س L فیله‌های گوشت می‌توان به پیوند ششم آهن در میوگلوبین، حالت اکسیداسیون و احیای آهن، پایداری پروتئین در میوگلوبین و نوع تیمار کردن مانند غلظت‌های مختلف عصاره برگ گزنه و پوشش دهی با اپسیلون پلی لیزین اشاره کرد [۱۵].

در طی زمان نگهداری رنگ فیله‌های گوشت تیمار شده با عصاره برگ گزنه و اپسیلون پلی لیزین از قرمز روشن به قرمز تیره و در فیله‌های کنترل از قرمز روشن به قهوه‌ای تیره تغییر پیدا کرد. اگر چه رنگ در بررسی ویژگی‌های تغذیه‌ای گوشت چندان تاثیری ندارد ولی یکی از معیارهای مهم بازارپسندی گوشت می‌باشد. وجود اپسیلون پلی لیزین از اکسیداسیون رنگ میوگلوبین و ترکیبات فنولیک جلوگیری کرد و به علت تولید فریل میوگلوبین که از اتصال ترکیبات فنولیک و میوگلوبین به وجود می‌آید، افزایش ان迪س روشنایی در طی زمان نگهداری ۱۲ روز مشاهده شد.

محتوای ازت فرار کل در نمونه‌های گوشت شده است. این نتایج با گزارش‌های لین و لین [۴۹] و اجاق و همکاران [۵۰] مطابقت بالایی نشان داد.

ویژگی‌های ظاهری و رنگ گوشت و فرآورده‌های گوشتی از مهمترین پارامترهای بازارپسندی می‌باشند. بنابراین هنگام استفاده از ترکیبات آنتیاکسیدانی گیاهی و عوامل ضدمیکروبی توجه به مقدار مصرف که تاثیر نامطلوب روی ویژگی‌های رنگی محصول نداشته باشد حائز اهمیت می‌باشد. در جدول ۲ تغییرات ویژگی‌های رنگی فیله‌های گوشت تیمار شده با عصاره برگ گزنه و اپسیلون پلی لیزین در طی زمان نگهداری ۱۲ روز نشان داده شده است. نتایج بررسی‌ها نشان داد که نوع تیمار، زمان ماندگاری و اثرات متقابل این پارامترها دارای تاثیر معنی‌داری ($P < 0.05$) روی ویژگی‌های روشنایی (L)، قرمزی (a) و زردی (b) داشت. در طی زمان نگهداری ۱۲ روز ان迪س روشنایی در فیله‌های گوشت گاو تیمار شده افزایش ولی در تیمار کنترل کاهش پیدا کرد. در انتهای زمان نگهداری فیله‌های گوشت تیمار ۴ دارای

Table 1. Changes in L, a, b values of beef fillets treated with stinging nettle extract in combination with polylysine at 4 °C during storage

Properties	Treatment	Storage (day)			
		1	3	6	9
Lightness (L)	T1	52.33 ± 0.31 ^{Aa}	51.57 ± 0.21 ^{Aab}	50.18 ± 0.10 ^{Bbc}	49.73 ± 0.15 ^{Cbc}
	T2	49.46 ± 0.22 ^{Bb}	49.54 ± 0.25 ^{ABb}	50.46 ± 0.16 ^{Bab}	50.18 ± 0.32 ^{BCab}
	T3	48.29 ± 0.06 ^{Bb}	48.74 ± 0.02 ^{Bb}	49.01 ± 0.27 ^{Cb}	50.99 ± 0.13 ^{Bab}
	T4	49.94 ± 0.28 ^{Bc}	51.48 ± 0.33 ^{Abc}	52.58 ± 0.34 ^{Ab}	53.96 ± 0.21 ^{Aab}
Redness (a)	T1	23.47 ± 0.18 ^{Aa}	21.75 ± 0.17 ^{Ab}	16.49 ± 0.42 ^{Cc}	15.58 ± 0.15 ^{Cc}
	T2	22.58 ± 0.11 ^{ABa}	21.93 ± 0.15 ^{Aa}	18.48 ± 0.33 ^{Bb}	17.65 ± 0.21 ^{Bb}
	T3	22.12 ± 0.36 ^{Ba}	21.59 ± 0.36 ^{Ab}	20.59 ± 0.32 ^{Ab}	17.32 ± 0.22 ^{Bc}
	T4	21.65 ± 0.11 ^{Ba}	21.72 ± 0.33 ^{Aa}	21.38 ± 0.42 ^{Ab}	20.48 ± 0.42 ^{Ab}
Yellowness (b)	T1	5.83 ± 0.22 ^{Aa}	5.29 ± 0.35 ^{Ca}	5.29 ± 0.41 ^{Ca}	3.59 ± 0.41 ^{Cb}
	T2	5.86 ± 0.34 ^{Ab}	5.95 ± 0.25 ^{BCb}	6.36 ± 0.13 ^{Bab}	6.53 ± 0.21 ^{Cab}
	T3	6.12 ± 0.06 ^{Ac}	6.65 ± 0.02 ^{ABC}	7.27 ± 0.02 ^{ABbc}	7.85 ± 0.02 ^{Bab}
	T4	6.48 ± 0.11 ^{Ac}	7.26 ± 0.12 ^{ABC}	7.48 ± 0.16 ^{Ab}	8.84 ± 0.28 ^{Aa}

a-d Mean values in the same row not followed by a common letter differ significantly ($P < .05$).

A-C Mean values in the same column not followed by a common letter differ significantly ($P < .05$).

T1: Control; T2: 0.5% ε-PL + 3% SNE; T3: 0.5% ε-PL + 6% SNE; T4: 0.5% ε-PL + 9% SNE

همانطور که مقایسه میانگین‌های ان迪س a نشان داد در تمامی فیله‌های تیمار شده با عصاره برگ گزنه و اپسیلون پلی لیزین و نمونه کنترل این ان迪س کاهش پیدا کرد. ترکیبات فنولیک موجود

ان迪س a مهمترین پارامتر رنگی فیله‌های گوشت قرمز در طی زمان نگهداری می‌باشد. به طوری که می‌تواند در انتخاب گوشت توسط مشتری‌های در خرده فروشی تأثیر زیادی داشته باشد.

غذایی را تعیین می‌کند [۵۴]. در شکل ۶ نتایج حاصل از تیمار فیله‌های گوشت قرمز گاو با غاظت‌های مختلف عصاره برگ گزنه در ترکیب با اپسیلون پلی لیزین روی ویژگی‌های ارگانولپتیکی بو و طعم تازگی، رنگ، بافت و مقبولیت کلی به شکل ارزیابی توصیفی ارائه شده است.

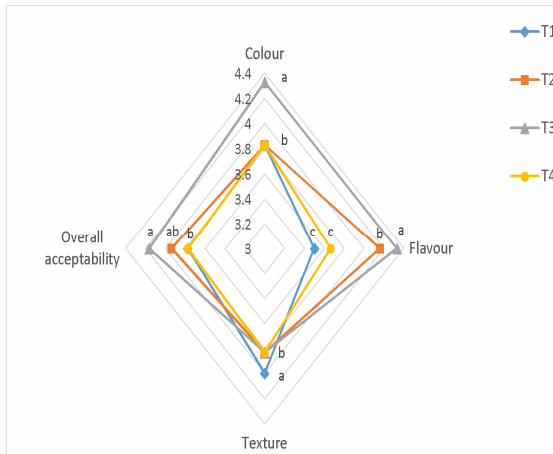


Fig 6 Changes in sensory properties of beef fillets treated with stinging nettle extract in combination with ϵ -polylysine at 4 °C at the end of storage
^{a-c} Mean values in the same column not followed by a common letter differ significantly ($P < .05$).
T1: Control; T2: 0.5% ϵ -PL + 3% SNE; T3: 0.5% ϵ -PL + 6% SNE; T4: 0.5% ϵ -PL + 9% SNE

نتایج آنالیز واریانس و مقایسه میانگین نمونه‌های مختلف فیله گوشت نشان داد که عصاره برگ گزنه و اپسیلون پلی لیزین تاثیر معنی داری ($P < .05$) روی ویژگی‌های ارگانولپتیکی داشت. در طول زمان نگهداری ۱۲ روز تمامی ویژگی‌های گوشت کنترل کاهش پیدا کرد. در روز اول نگهداری فیله‌های گوشت کنترل دارای بیشترین امتیازهای ارگانولپتیکی بود ولی در انتهای زمان نگهداری تیمار ۳ بیشترین امتیازهای ارگانولپتیکی و مقبولیت کلی را داشت. مشخص شد که چون عصاره برگ گزنه در ترکیب با اپسیلون پلی لیزین می‌توانند فساد میکروبی و شیمیایی و در نهایت ایجاد بدبویی را به تاخیر اندازند، بنابراین تیمار ۳ با این ترکیبات توانست باعث بهبود امتیاز مقبولیت کلی محصول در انتهای زمان نگهداری ۱۲ روز شود که این نتایج با گزارش هایس و همکاران [۵۳، ۴۵] مطابقت داشت. بنون و همکاران [۵۵] نشان دادند که افزودن عصاره‌های چای سبز و دانه انگور و همچنین

در عصاره برگ گزنه دارای فعالیت آنتی اکسیدانی هستند که می‌توانند از اکسیداسیون میوگلوبین قرمزی به مت میوگلوبین قهقهه‌ای جلوگیری نمایند. همان طور که قبل ذکر شد تشکیل فریل میوگلوبین از تشکیل مت میوگلوبین جلوگیری کرده و منجر به حفظ رنگ قرمزی گوشت در طی زمان نگهداری شد. در انتهای زمان نگهداری بالاترین محتوای اندیس a مربوط به تیمار ۴ و کمترین محتوای اندیس a مربوط به تیمار کنترل و تیمار ۱ بود. فرناندز-لوپز و همکاران [۵۱] و فرناندز-گینس و همکاران [۵۲] ارتباط تنگاتنگی مابین اندیس a و میزان اکسیداسیون چربی‌ها مشاهده کردند. بدین صورت که افزایش اکسیداسیون چربی‌ها در گوشت و محصولات گوشتی در طی زمان نگهداری باعث کاهش اندیس a خواهد شد. هایس و همکاران [۵۳] اذعان کردند که استفاده از عصاره برگ زیتون در تولید محصولات گوشتی پایداری رنگ نمونه بسته‌بندی شده در اتمسفر معمولی را با افزایش اندیس a تا ۱۲ روز نسبت به نمونه کنترل افزایش می‌دهد.

اندیس b در فیله‌های مختلف گوشت در طی زمان نگهداری به صورت مختلفی تغییر پیدا کرد. در فیله‌های گوشت تیمار شده این اندیس افزایش معنی داری ($P < .05$) نشان داد ولی در فیله‌های گوشت کنترل اندیس زردی کاهش پیدا کرد. بالاترین میزان اندیس b در انتهای زمان نگهداری مربوط به تیمار ۴ بود. نتایج این پژوهش با گزارش علیرضalo و همکاران [۱۵] در مورد تغییرات میزان اندیس b مطابقت داشت. مشخص شد که چون اپسیلون پلی لیزین به رنگ زرد می‌باشد، بنابراین با کاربرد آن اندیس b نیز در فیله‌های افزایش پیدا کرد. همچنین از دلایل احتمالی افزایش این اندیس می‌توان به اکسیداسیون ترکیبات فنولیکی به کینون‌ها در طی زمان نگهداری ۱۲ روز نسبت داد [۱۵].

کیفیت محصولات گوشتی به طور عمده وابسته به درک‌های حسی است. درک حسی فرآیند پیچیده‌ای است که تحت تأثیر ویژگی‌های ظاهری، بافتی و عطر و طعم محصول قرار دارد. درک حسی به شکل رخداد حسی از تجمع یا تفسیر سیگنال‌های تولید شده از مواد شیمیایی، به وسیله بوئیدن، چشیدن و ارزیابی ظاهری مواد غذایی تعیین می‌شود. بنابراین تعادل ترکیبات طعمی در محصولات غذایی به صورت وسیعی مقبولیت کلی محصول

- [3] Da Costa, R. J., Voloski, F. L. S., Mondadori, R. G., Duval, E. H., & Fiorentini, A. M. (2019). Preservation of meat products with bacteriocins produced by lactic acid bacteria isolated from meat. *Journal of Food Quality*, <https://doi.org/10.1155/2019/4726510>.
- [4] Dawidowicz, A. L., Wianowska, D., & Baraniak, B. (2006). The antioxidant properties of alcoholic extracts from *sambucus nigra* L. (antioxidant properties of extracts). *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 39, 308-315.
- [5] Lee-Huang, S., Zhang, L., Huang, P.L., Chang, Y.T., & Huang, P.L. (2003). Anti-HIV activity of olive leaf extract (OLE) and modulation of host cell gene expression by HIV-1 infection and OLE treatment. *Biochemistry Biophysics Common*, 307, 1029-1037.
- [6] Ohlsson, T., & Bengtsson, N. (2000). Minimal processing technologies in the food industry. Woodhead Publishing. Pp. 304-324.
- [7] Yener, Z., Celik, I., Ilhan, F., & Bal, R. (2009). Effects of *Urtica dioica* L. seed on lipid peroxidation, antioxidants and liver pathology in aflatoxin-induced tissue injury in rats. *Food and Chemical Toxicology*, 47, 418-424.
- [8] Bnouham, M., Merhfour, F. Z., Ziyyat, A., Mekhfi, H., Aziz, M., & Legssyer, A. (2003). Antihyperglycemic activity of the aqueous extract of *Urtica dioica*. *Fitoterapia*, 74, 677-681.
- [9] Costantine, F. D., Karmen, G. B., & George, M. B. (2006). Effect of *Urtica dioica* extract intake upon blood lipid profile in the rats. *Fitoterapia*, 77, 183-188.
- [10] Gorzalczany, S., Marrassini, C., Mino, J., Acevedo, C., & Ferraro, G. (2011). Antinociceptive activity of ethanolic extract and isolated compounds of *Urtica circularis*. *Journal of Ethnopharmacology*, 134, 733-738.
- [11] Alp, E., & Aksu, M. I. (2010). Effects of water extract of *Urtica dioica* L. and modified atmosphere packaging on the shelf life of ground beef. *Meat Science*, 86, 468-473.
- [12] Takehara, M., Hibino, A., Saimura, M., & Hirohara, H. (2010). High-yield production of short chain length poly(ϵ -l-lysine) consisting of 5–20 residues by *Streptomyces aureofaciens*, and its antimicrobial activity. *Biotechnology Letter*, 32, 1299–1303.

آسکوربات تاثیر نامطلوب معنی داری روی امتیازهای حسی پتیهای گوشت گاو در طی زمان نگهداری نداشت. ارزیابی‌های ارگانولپتیکی نشان داد که تیمار فیله‌های گوشت با عصاره برگ گزنه در ترکیب با اپسیلون پلی لیزین بدون داشتن اثرات نامطلوب روی ویژگی‌های حسی محصول منجر به تولید فیله گوشت با زمان ماندگاری و مقبولیت بالا در جهت تامین ترکیبات غذیه‌ای و زیست فعال مورد نیاز بدن می‌شود.

۴- نتیجه گیری

نتایج حاصل از فراوری فیله‌های گوشت گاو با غلظت‌های مختلف عصاره برگ گزنه در ترکیب با اپسیلون پلی لیزین روی ویژگی‌های فیزیکی-شیمیابی، رنگی و ارگانولپتیکی و مقایسه آن با نمونه کنترل نشان داد که در طی زمان نگهداری فیله‌های گوشت گاو ان迪س‌های pH، ترکیبات فنولیک، ان迪س قرمزی (a) و ویژگی‌های ارگانولپتیکی کاهش و در مقابل ان迪س‌های TBARS، ازت فرار کل، ان迪س روشنایی (L) و زردی (b) افزایش پیدا کرد. مشخص شد که عصاره برگ گزنه در ترکیب با اپسیلون پلی لیزین به دلیل اثرات آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی با کاهش میزان اکسیداسیون چربی و ترکیبات ازت فرار کل باعث افزایش زمان ماندگاری فیله‌های گوشت گردید. با توجه به اینکه افزایش غلظت عصاره برگ گزنه باعث کاهش ویژگی‌های حسی فیله‌های گوشت شد، بنابراین این پژوهش تیمار ۳ را به دلیل بهبود ویژگی‌های کیفی و زمان ماندگاری و همچنین عدم تاثیر منفی بر روی مقبولیت کلی به عنوان بهترین تیمار معرفی و کاربرد آن برای تولید تولید گوشت خرده فروشی را توصیه می‌نماید.

۵- منابع

- [1] Kauffman, R. G. (2012). Meat Composition. In: Y.H. Hui. (Eds.), *Handbook of meat and meat processing*. Boca Raton, FL: CRC Press. Pp. 447-456.
- [2] Bhandare, S.G., Sherikar, A.T., Paturkar, A.M., Waskar, V.S., & Zende, R.J. (2007). A comparison of microbial contamination on sheep/goat carcasses in a modern Indian abattoir and traditional meat shops. *Food Control*, 18, 854-868.

- from RGB digital images. *Food Research International*, 39, 1084–1091.
- [24] Stone, H., & Sidel, J. L. (2004). *Sensory Evaluation Practices*. Elsevier Academic Press, California. Pp. 201-245.
- [25] Economou, T., Pournis, N., Ntzimani, A., & Savvaidis, I. N. (2009). Nisin-EDTA treatments and modified atmosphere packaging to increase fresh chicken meat shelf-life. *Food Chemistry*, 114, 1470–1476.
- [26] Zhong, Z., Xing, R., Liu, S., Wang, L., Cai, S., & Li, P. (2015). Synthesis of acyl thiourea derivatives of chitosan and their antimicrobial activities in vitro. *Carbohydrate Research*, 343, 566-570.
- [27] Lee, K.T., & Yoon, C.S. (2001). Quality changes and shelf life of important vacuum-packaged beef chunk during storage at 0 C. *Meat Science*, 59, 71-77.
- [28] Yingyuad, S., Ruamsin, S., Leekprokok, T., Douglas, S., Pongamphai, S., & Siripatrawan, U. (2006). Effect of chitosan coating and vacuum packaging on the quality of refrigerated grilled pork. *Packaging Technology and Science*, 19, 149-157.
- [29] Sarker, M. S. K., Yim, K. J., Ko, S. Y., Uuganbayar, D., & Kim, G. M. (2010). Green tea level on growth performance and meat quality in fimeishimg pigs. *Pakistan Journal of Nutrition*, 9(1), 10-14.
- [30] Abdel-Naeem, H. H., & Mohamed, H. M. (2016). Improving the physico-chemical and sensory characteristics of camel meat burger patties using ginger extract and papain. *Meat Science*, 118, 52–60.
- [31] Daszkiewicz, T., Wajda, S., & Matusevi_ius, P. (2003). Changing of beef quality in the process of storage, 21(43), 62-65.
- [32] Mohamed Jamilah, B., Abbas, K. A., & Abdul Rahman, R. (2008): A review on some organic acids additives as shelf life extenders of fresh beef cuts. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 3, 566-574.
- [33] Sallam, Kh. I., Ishioroshi, M., & Samejima, K. (2004). Antioxidant and antimicrobial effects of garlic in chicken sausage. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie*, 37, 849-855.
- [34] Haghparast, S., Kashiril, H., Alipouri, G., & Shabanpourl, B. (2011).Evaluation of green tea (*Camellia sinenses*) extract and onion (*Allium*
- [13] Chuncai, Z., Peng, L., Xiaobao, Q., Abdul, R. M. S., Yin, F., & Mary, B. C. P. A. (2011). Photopolymerized antimicrobial hydrogel coating derived from epsilon-poly-l-lysine. *Biomaterials*, 32, 2704–2712.
- [14] Hiraki, J. (2003). The Use of ADME studies to confirm the safety of epsilon-polylysine as a preservative in food. *Regulatory Toxicology Pharmacology*, 37, 328–340.
- [15] Alirezalu, K., Hesari, J., Eskandari, M. H., Valizadeh, H., & Sirousazar, M. (2017). Effect of green tea, stinging nettle and olive leaves extracts on the quality and shelf life stability of frankfurter type sausage. *Journal of Food Processing and Preservation*. 41(5), 1–11, <https://doi.org/10.1111/jfpp.13100>.
- [16] Alirezalu, K., Hesari, H., Nematic, Z., Munekata, P. E. S., Barba, F. J., & Lorenzo, J. M. (2018). Combined effect of natural antioxidants and antimicrobial compounds during refrigerated storage of nitrite-free frankfurter-type sausage. *Food Research International*, 120, 839-850.
- [17] Alirezalu, K. (2016). Production of functional sausage using natural preservatives as hurdle technology and active packaging. Ph. D Thesis, University of Tabriz, Tabriz. Iran.
- [18] Hampikyan, H., & Ugur, M. (2007). The effect of nisin on *L. monocytogenes* in Turkish fermented sausages (sucuks). *Meat Science*, 76, 327–332.
- [19] Aytul, K.K. (2010). Antimicrobial and antioxidant activities of olive leaf extract and its Food applications. MSc Thesis. Izmir, Turkey.
- [20] AOAC (2005). Official methods of analysis of AOAC International (18). Maryland, USA: Association of Official Analytical Chemistry.
- [21] Liu, D. Ch., Tsau, R. T., Lin, Y. Ch., Jan, Sh. Sh., & Tan, F. J. (2009). Effect of various levels of rosemary or Chinese mahogany on the quality of fresh chicken sausage during refrigerated storage. *Food Chemistry*, 117, 106–113.
- [22] Jeon, Y. J., Kamil, J. Y., & Shahidi, F. (2002). Chitosan as an edible invisible film for quality preservation of herring and Atlantic cod. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 5167–5178.
- [23] Leon, K., Mery, D., Pedreschi, F., & Leon, J. (2006). Color measurement in L*a*b* units

- Agricultural and Food Chemistry, 57(7), 2969-2976.
- [44] Jongberg, S., Torngren, M. A., Gunvig, A., Skibsted, L. H., & Lund, M. N. (2013). Effect of green tea or rosemary extract on protein oxidation in bologna type sausages prepared from oxidatively stressed pork. Meat Science, 93, 538–546.
- [45] Hayes, J. E., Stepanyan, V., Allen, P., O'grady, M. N., & Kerry, J. P. (2011). Evaluation of the effects of selected plant-derived nutraceuticals on the quality and shelf-life stability of raw and cooked pork sausages. LWT Food Science and Technology, 44, 164–172.
- [46] Jridi, M., Sellimi, S., Lassoued, Kh. B., Beltaief, S., & Nasri, R. (2017). Wound healing activity of cuttlefish gelatin gels and films enriched by henna (*Lawsonia inermis*) extract. Colloids and Surfaces A. Physicochemical and Engineering Aspects, 512, 71-79.
- [47] Yilmaz, M., Ceylan, Z. G., Kocaman, M., Kaya, M., & Yilmaz, H. (2009). The effect of vacuum and modified atmosphere packaging on growth of Listeria in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. Muscle Foods, 20, 265-277.
- [48] Fan, W., Chi, Y., Zhang, S. (2008). The use of a tea polyphenol dip to extend the shelf life of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) during storage in ice. Food Chemistry. 108, 148-153.
- [49] Lin C. C., & Lin C. S. (2005). Enhancement of the storage quality of frozen bonito fillets by glazing with tea extracts. Food Control, 16, 169–175.
- [50] Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, S. H., & Hosseini, S. M. H. (2010). Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. Food Chemistry, 120, 193–198.
- [51] Fernández-López, J., Fernández-Ginés, J. M., Aleson-Carbonell, L., Sendra, E., Sayas-Barberá, E., Pérez-Alvarez, J. A. (2004). Application of functional citrus by products to meat products. Trends in Food Science and Technology, 15, 176–185.
- [52] Fernández-Ginés, J. M., Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E., & Perez-Alvarez, J. A. cepa L.) juice effects on lipid degradation and sensory acceptance of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) fillets: a comparative study. Journal of Agricultural Science and Technology, 13, 855–868.
- [35] Yu, X. L., Li, X. B., & Xu, X. L. (2008). Coating with sodium alginate and its effect on the functional properties and structure of frozen pork. Journal of Muscle Foods, 19, 333-351.
- [36] Daskalaki, D., Kefi, G., Kotsiou, K., Margari, T. (2009). Evaluation of phenolic compound degradation in virgin olive oil during storage and heating. Journal of food and nutrition research, 48, 31-41.
- [37] Rusak, G., komes, D., & Likic, S. M. (2008). Phenolic content and antioxidative capacity of green and white tea extracts depending on extraction conditions and the Solvent used. Food Chemistry, 110, 852- 858.
- [38] Visioli, C., & Galli, C. (2002). Biological properties of olive oil phytochemicals. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 42, 209–221.
- [39] 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 Science, 75, 256–264.
- [40] Gülcin, I., Küfrevoğlu, Ö. İ., Oktay, M., & Büyükköroğlu, M. E. (2004) Antioxidant, antimicrobial, antiulcer and analgesic activities of nettle (*Urtica dioica* L.). Journal of Ethnopharmacology, 90, 205-215.
- [41] Karabacak, S., & Bozkurt, H. (2008). Effects of *Urtica dioica* and *Hibis sabdariffa* on the quality and safety of sucuk (Turkish dry-fermented sausage). Meat Science, 78, 288–296.
- [42] Kim, S. J., Min, S. C., Shin, H. J., Lee, Y. J., Cho, A. R., Kim, S. Y., & Han, J. (2013). Evaluation of the antioxidant activities and nutritional properties of ten edible plant extracts and their application to fresh ground beef. Meat Science, 93, 715-722.
- [43] Alamed, J., Chaiyasit, W., McClements, D. J., & Decker, E. A. (2009). Relationships between free radical scavenging and antioxidant activity in foods. Journal of

- bacteria and biochemical flavour profiling of cheese products. *FEMS Microbiology Reviews*, 29, 591-610.
- [55] Banon, S., Diaz, P., Rodriguez, M., Dolores Garrido, M., & Price, A. (2007). Ascorbate, green tea and grape seed extracts increase the shelf life of low sulphite beef patties. *Meat Science*, 77, 626-633.
- (2005). Meat products as functional foods: a review. *Journal of Food Science*, 70, 37-43.
- [53] Hayes, J. E., Stepanyan, V., Allen, P., O'Grady, M. N., O'Brien, N. M., & Kerry, J. P. (2010). Effect of lutein, sesamol, ellagic acid and olive leaf extract on the quality and shelf-life stability of packaged raw minced beef patties. *Meat Science*, 84, 613-620.
- [54] Smit, G., Smit, B. A., & Engels, W. J. M. (2005). Flavour formation by lactic acid

Improvement of physicochemical, sensory and shelf life stability of beef fillet using nettle leaf extract in combination with epsilon polylysine

Alirezalu, K. ^{1*}, Shafaghi Movlan, H. ², Younessi-Hamzehkhanlu, M. ³, Farmani, B. ¹, Fathizadeh, O. ³

1. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Ahar Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tabriz, Tabriz, Iran
2. M.Sc Graduate, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Azad University of Sarab Branch, Sarab, Iran
3. Assistant Professor, Department of Forestry and Medicinal Plants, Ahar Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tabriz, Tabriz, Iran

(Received: 2019/04/15 Accepted:2019/12/02)

Demand for the production and consumption of fresh meat has led to the use of various methods to improve the quality characteristics and increase its shelf life. In this study, stinging nettle extract (SNE) in combination with epsilon polylysine (ϵ -PL) were used for the production of fresh, functional, and extended shelf life of beef fillets. After drying of stinging nettle leaves under favorable conditions, aqueous extraction was performed at concentrations of 3, 6 and 9% (w/v) of leaves. A solution of ϵ -PL at 0.5% (w/v) concentration was prepared and mixed with 3, 6 and 9% of SNE. Beef fillets (4 treatments) were prepared in $2 \times 2 \times 2$ sizes and treated for 1 h at 4 ° C with a ratio of 1 to 1 (meat fillets to SNE). Distillation water was used to treat the control. Finally, beef fillets were packed in polyethylene bags and quality properties were performed at days 1, 3, 6, 9 and 12. During storage, pH, phenolic compounds, redness value (a) and sensory scores decreased significantly ($P < 0.05$), and in contrast to lipid oxidation, total volatile nitrogen, lightness (L) and yellowness (b) increased significantly ($P < 0.05$). It was found that the treatment of beef fillets using SNE (6%) in combination with ϵ -PL (0.5%) resulted in a significant reduction ($P < 0.05$) in the amount of lipid oxidation and total volatile nitrogen compounds of about 50% compared to the control sample. The color and sensory characteristics of processed beef fillets showed that SNE in combination with ϵ -PL could increase the sensory scores of the samples. Based on the results, SNE had synergistic effects with ϵ -PL in reducing lipid oxidation and total volatile nitrogen compounds, therefore it could be used to produce fresh and functional beef.

Keywords: Stinging nettle extract, Epsilon polylysine, Beef fillet, Quality characteristics, Shelf life

* Corresponding Author E-Mail Address: kazem.alirezalu@yahoo.com