مجله تحقیقات دام و طیور
جلد سوم/ شماره چهارم/ زمستان ۱۳۹۳ (۵۹-۴۷)

بررسی ویژگی های شیمیایی و ظرفیت آنتی اکسیدانی هسته انار و برخی تفاله‌های گیاهی در تقابل با پراکسیداسیون حرارتی روغن سویا در فرآوری خوراک

سیداحسان غیاثی[1*]، رضا ولی‌زاده [2] و عباسعلی ناصریان [2]
۱- استادیار گروه علوم دامی دانشگاه بیرجند، ۲- استاد گروه علوم دامی دانشگاه فردوسی مشهد
*نویسنده مسؤول: s.e.ghiasi@birjand.ac.ir

تاریخ دریافت:۹۲/۱۱/۳۰ **تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۴/۱۸**

چکیده
هدف از مطالعه حاضر مقایسه تفاله های هسته انار، گوجه فرنگی، سیب، لیمو ترش و پرتقال با یکدیگر و در برابر علوفه خشک یونجه، اسید آسکوربیک، آلفا توکوفرول و بوتیلیتد هیدروکسی تولوئن (BHT) به عنوان اجزاء آنتی اکسیدانی رایج در جیره از لحاظ ترکیب شیمیایی، پتانسیل ممانعت از پراکسیداسیون اسیدهای چرب روغن و توانایی خنثی نمودن رادیکال های آزاد پراکسید بود. اثر دما و مدت زمان های مختلف اکسیداسیون بر محتوای پراکسید و ساختار اسیدهای چرب روغن سویا طی فرآوری شبیه سازی شده خوراک نیز مورد بررسی قرار گرفت. افزایش دما و زمان اکسیداسیون به طور معنی داری باعث افزایش محتوای پراکسید نمونه های روغن خام سویا گردید. محتوای کل اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع در اثر اکسیداسیون به طور معنی داری به ترتیب افزایش و کاهش یافت. عصاره متانولی هسته انار در مقایسه با سایر نمونه‌های گیاهی و آنتی اکسیدان های شیمیایی به طور معنی داری بیشترین میزان ترکیبات پلی فنولی، قابلیت خنثی کنندگی رادیکال های آزاد و ممانعت از پراکسیداسیون اسیدهای چرب را نشان داد. هسته انار دارای فیبر، پروتئین خام، عصاره اتری، مس، روی و پتانسیل اسیدی کننده قابل ملاحظه‌ای نسبت به سایر مواد مورد آزمایش بود. از این رو جهت استفاده به عنوان یک مکمل خوراکی دارای خواص آنتی اکسیدانی و متابولیکی برای بازه زمانی پیرامون زایش مناسب به نظر می‌رسد.

کلمات کلیدی: هسته انار، آنتی اکسیدان، پراکسیداسیون، روغن سویا، فرآوری خوراک دام

نگارنده پاسخگو: سیداحسان غیاثی. آدرس: بیرجند، دانشگاه بیرجند، دانشکده کشاورزی، گروه علوم دامی

مقدمه

امروزه استفاده از روغن‌ها و دانه های روغنی در خوراک دام به دلیل نقش های بیولوژیکی متعدد مورد توجه محققین قرار گرفته است. کاهش تقاضای انرژی در دام از طریق کاهش چربی شیر در ابتدای شیردهی، توسط برخی اسیدهای چرب خاص (بایومان و گریناری، ۲۰۰۳)، افزایش تغذیه کربوهیدرات‌ها و چربی ها برای تأمین نیاز متابولیکی دام (اورتون و والدرون، ۲۰۰۴) و تمایل به افزایش غلظت اسید لینولئیک کانجوگه (CLA) در محصولات دامی به دلیل تأثیرات آن بر سلامت انسان (پاریزا و همکاران، ۲۰۰۱)، (پرایو و همکاران، ۲۰۱۰) را می توان از دلایل این رویکرد بر شمرد. به طور معمول چربی به کار رفته در جیره دام از منبع دانه های روغنی تأمین می‌شود که غالباً در مسیر فرآوری یا استخراج روغن تحت تأثیر تیمارهای حرارتی قرار می‌گیرد. مطالعات نشان می‌دهد حرارت دادن دانه های روغنی زیست هیدروژنه شدن چربی در شکمبه را در شرایط مختلف (**گانتیر** و همکاران، ۲۰۰۵) با اختلال مواجه می‌کند. همچنین تغذیه روغن سویای اکسید شده باعث کاهش عملکرد تولیدی دام (وازکوئزآنون و همکاران، ۲۰۰۸) و استفاده از سویای اکسترود شده باعث کاهش چربی شیر می‌گردد. افزایش غلظت محصولات پراکسیداسیون اسیدهای چرب در اثر حرارت از جمله دلایل ذکر شده برای این شواهد می باشد (نی‌وز و همکاران، ۲۰۰۷). علاوه بر نقش اکسیداتیو القایی چربی های حرارت دیده، ورود حیوان به گامه‌هایی نظیر تکامل بافتی قبل از زایمان، تولید شیر و احتمالاً رشد سریع عضلانی نیز به دلیل افزایش نیاز به اکسیژن مولکولی، تولید رادیکال های آزاد ناشی از زنجیره انتقال الکترون میتوکندریایی را افزایش می‌دهد (والکو و همکاران، ۲۰۰۷). اکسیژن فعال اضافی موجود در خون محیطی در شرایط فیزیولوژیکی مختلف و نیز با تغذیه چربی های با محتوای پراکسید بالا (کاستیلو و همکاران، ۲۰۰۵)، می تواند با افزایش شدت استرس اکسیداتیو، دفاع آنتی اکسیدانی بدن را تضعیف نماید. استفاده از مکمل های چربی و دانه های روغنی بدون پایدار کننده و نگهدارنده می‌تواند عاملی معنی دار در تشدید استرس اکسیداتیو (اندرو و همکاران، ۲۰۰۶) و به دنبال آن افزایش نرخ بازسازی دستگاه گوارش، پاسخ های ایمنی تقلیل یافته و توسعه واکنش های التهابی (اسمدمن و همکاران، ۲۰۰۵) باشد. افزودن آنتی اکسیدان به جیره می‌تواند باعث خنثی نمودن رادیکال های آزاد و تعدیل اثرات منفی مشتقات پراکسیداسیون اسیدهای چرب گردد (فرانکل، ۲۰۰۵).

آنتی اکسیدان های سنتتیک عمدتاً شامل ترکیبات فنولی ساده و پلی هستند که به دلیل سرطان‌زا بودن استفاده از آن‌ها محدود شده و گرایش به استفاده از ترکیبات طبیعی در مواد خوراکی افزایش یافته است (زینول و همکاران، ۲۰۰۳). مطالعات نشان می دهد که ضایعات صنایع تبدیلی محصولات کشاورزی مانند تفاله گوجه‌فرنگی (کائو و همکاران، ۱۹۹۶)، تفاله مرکبات (ارول و همکاران، ۲۰۰۹) و هسته انار (کلیک و همکاران، ۲۰۰۹) غنی از پلی فنول هایی نظیر فلاونوئیدها و کاروتنوئیدها بوده که پتانسیل آنتی اکسیدانی بالایی در تقابل با رادیکال های آزاد از خود نشان می‌دهند. هسته انار نیز غنی از ترکیباتی نظیر پانیکالاژین، الاژیتانین و اسید گالیک (هبر و همکاران، ۲۰۰۷) است که اثرات آنتی اکسیدانی، ضد میکروبی و ضد التهابی آن‌ها با بوتیلات هیدروکسی تولوئن تجاری برابری می کند (رجبیان و همکاران، ۲۰۰۸). در مورد مقایسه توان آنتی اکسیدانی ترکیبات فعال زیستی موجود در هسته انار و سایر ضایعات صنایع تبدیلی محصولات کشاورزی در تقابل با رادیکال های آزاد ناشی از پراکسیداسیون اسیدهای چرب شکل گرفته در طی فرآوری حرارتی خوراک دام، اطلاعات کافی در منابع مشاهده نشد. از این رو در مطالعه حاضر اثر دما و مدت زمان های مختلف حرارت دهی و هوادهی بر محتوای پراکسید و ساختار اسیدهای چرب روغن سویا به عنوان مدلی از شرایط فرآوری حرارتی خوراک دام مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین پتانسیل ممانعت از پراکسیداسیون اسیدهای چرب روغن، توانایی خنثی نمودن رادیکال های آزاد ناشی از پراکسیداسیون و ترکیب شیمیایی تفاله های هسته انار، گوجه‌فرنگی، سیب، لیموترش و پرتقال در مقایسه با علوفه خشک یونجه، اسید آسکوربیک، آلفا توکوفرول و BHT به روش آزمایشگاهی مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

مراحل انجام آزمایشات و جمع‌آوری داده‌ها

روغن خام سویا با عبور حباب های هوا از خلال روغن در دماهای ۰، ۳۵، ۴۵، ۵۵، ۶۵، ۷۵، ۸۵ و ۹۵ درجه سانتیگراد به مدت ۱۲ و ۲۴ ساعت در معرض اکسیداسیون قرار گرفت (AOCS، ۲۰۰۷). ارزش عددی مشتقات پراکسید اسید چرب در نمونه های روغن (AOCS، ۲۰۰۳) بر حسب میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم روغن خام تازه و اکسید شده اندازه‌گیری شد. دو

نمونه روغن خام تازه و اکسید شده سویا در دمای ۹۲ درجه سانتیگراد (AOCS، ۲۰۰۷)، به ترتیب با ارزش عددی پراکسیداسیون ۰/۰۳۷ ± ۱/۳۷۳ و ۰/۰۴۵ ± ۷/۰۶۶ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم به منظور تجزیه شیمیایی اسیدهای چرب مشتق سازی شد (کرامر و همکاران، ۱۹۹۷) و ترکیب اسیدهای چرب آن‌ها با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی Varian مدل ۳۸۰۰ CP مجهز به انجکتور ۱۱۷۷ FID و ستون ۸۸ CP-Sill (به ترتیب با قطر داخلی، طول و ضخامت پوشش ۰/۲۵ میکرومتر، ۱۰۰ متر و ۰/۲ میکرومتر) تعیین شد. در ابتدا دمای ستون به مدت ۱۰ دقیقه در $50^{\circ}C$ قرار داشت، سپس با نرخ $5^{\circ}C$ در دقیقه به دمای $260^{\circ}C$ افزایش یافت و این شرایط به مدت ۳۰ دقیقه ادامه یافت (کرامر و همکاران، ۲۰۰۱). از هلیوم با نرخ ۱/۲ میلی‌لیتر در دقیقه تحت فشار ۳۵۵ کیلوپاسکال به عنوان گاز حامل استفاده شد. استاندارد داخلی (C۱۹:۰) و سایر استانداردهای به کار رفته در تجزیه اسیدهای چرب، مطابق با جدول ۱ از شرکت Sigma-Aldrich تهیه گردید.

تجزیه تقریبی تفاله گونه های لیموترش (*Citrus limon*)، پرتقال (*Citrus sinensis*)، سیب (*Malus domestica*)، گوجه‌فرنگی (*Lycopersicum esculentum*) و هسته انار(*Punica granatum*)، شامل تعیین پروتئین خام (CP)، عصاره اتری (EE)، درصد ماده خشک (DM)، درصد فیبر نا محلول در شوینده های اسیدی و خنثی و درصد خاکستر (Ash)، انجام شد (AOAC، ۲۰۰۵). پتانسیل تغییر اسیدیته، پس از ۳۰ و ۶۰ دقیقه مخلوط شدن ۱ گرم ماده خشک نمونه گیاهی در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر توسط همزن مغناطیسی و با نرخ ۲۰۰ دور در دقیقه، با استفاده از pH متر Metrohm مدل ۶۹۱ استاندارد شده با کالیبراتور اسیدیته Merck، اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری کل مواد محلول در آب ۲ گرم ماده خشک نمونه در داخل بسته های کاغذی ایزوله از جنس کاغذ صافی واتمن ۴۲ پیچیده شده و درون بشر یک لیتری حاوی آب مقطر به مدت نیم ساعت در معرض جریان آب ناشی از همزن مغناطیسی قرار گرفت و سپس با آب مقطر تمیز آبکشی شد. باقیمانده نمونه و کاغذ صافی در آون در دمای ۶۰ درجه به مدت ۷۲ ساعت خشک شده و نسبت تفاضل وزن نمونه اولیه از باقیمانده تقسیم بر وزن نمونه اولیه به عنوان مواد محلول ناپدید شده در آب در نظر گرفته شد. همچنین میزان همی‌سلولز و کربوهیدرات های غیرفیبری با استفاده از فرمول های ارائه شده توسط گیونز و همکاران (۲۰۰۰) محاسبه گردید. نمونه های گیاهی برای تعیین غلظت مواد معدنی دارای پتانسیل آنتی اکسیدانی(Zn, Cu, Fe) با استفاده از دستگاه اسپکترومتری جذب اتمی Varian مدل ۵۰ B آنالیز شد (جورهم، ۲۰۰۰).

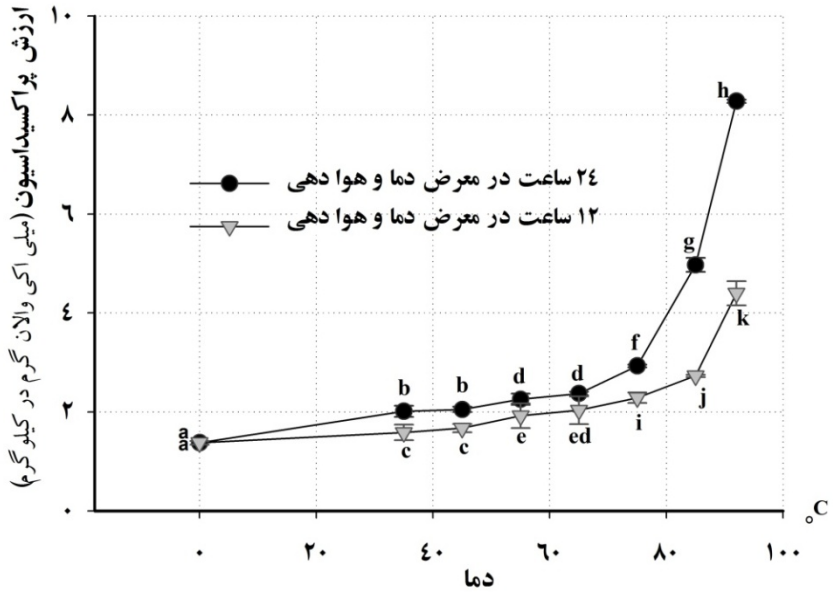
استخراج عصاره متانولی و کل ترکیبات فنولی با استفاده از روش ISO:14502-1 (۲۰۰۵) تعیین شد. توان آنتی اکسیدانی نمونه های گیاهی در خنثی سازی رادیکال های آزاد ناشی از پراکسیداسیون اسیدهای چرب در اثر حرارت با ترکیبی از روش های AOCS: cd 8-53 (۲۰۰۳) و آتویی و همکاران (۲۰۰۵) با مختصری اصلاحات انجام شد. به این نحو که ۱ گرم روغن اکسید شده با ارزش عددی پراکسید ۰/۰۴۵ ± ۷/۰۶۶ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم به همراه ۶ میلی‌لیتر محلول آلی (محلول کلروفرم و اسید استیک با نسبت ۲ به ۳) و ۱ میلی‌لیتر نمونه عصاره متانولی گیاه (رقیق شده با ۴ میلی‌لیتر متانول ۷۰ درصد) یا محلول های آنتی اکسیدانی استاندارد (غلظت های ۰/۱، ۰/۰۵ و ۰/۰۲ میلی‌گرم ویتامین ث در هر میلی‌لیتر متانول ۷۰ درصد و ۱ میلی‌گرم آلفاتوکوفرول و BHT در هر میلی‌لیتر متانول ۷۰ درصد) یا کنترل منفی (متانول ۷۰ درصد) در یک ارلن ۵۰ میلی لیتری ریخته شد و با هم زن مغناطیسی به مدت ۱۰ ثانیه مخلوط گردید. سپس ۱۰۰ میکرولیتر محلول یدید پتاسیم اشباع اضافه شده و بلافاصله پس از ۶۰ ثانیه مخلوط شدن، ۶ میلی‌لیتر آب مقطر جوشیده سرد به آن اضافه شد. سپس ۴۰۰ میکرولیتر محلول معرف نشاسته (۱ گرم نشاسته پخته شده سیب زمینی در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر) به مخلوط اضافه شده و با تیوسولفات سدیم ۰/۰۰۱ نرمال با استفاده از بورت دیجیتال تا ناپدید شدن رنگ آبی تیتر گردید. سپس با استفاده از معادله زیر درصد خنثی سازی رادیکال های پراکسید توسط نمونه های گیاهی در مقابل کنترل محاسبه شد.

درصد خنثی‌سازی ترکیبات پراکسید = (تیتر کنترل/(تیتر نمونه-تیتر کنترل)×۱۰۰

همچنین پتانسیل آنتی اکسیدانی عصاره متانولی گیاه (رقیق شده با اتانول مطلق به میزان ۲ برابر) در ممانعت از پراکسیداسیون حرارتی اسید های چرب روغن تازه سویا پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون در تاریکی و در حمام آب گرم ۸۰ درجه سانتیگراد در مقایسه با محلول ۱ میلی‌گرم در میلی‌لیتر اتانول مطلق ویتامین ث، آلفا توکوفرول و BHT با روش فریک تیوسیانات (آنیسینی و همکاران، ۲۰۰۸) و با استفاده از دستگاه الایزا ریدر STAT FAX 303 Plus مورد ارزیابی قرار گرفت. کلیه آزمایشات در مجموعه آزمایشگاه‌های دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد.

روش‌های آماری

مقایسه میانگین فراسنجه ها در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با مدل آماری $y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$ و با استفاده از مقایسات چند دامنه ای دانکن و رویه GLM نرم افزار آماری SAS (۲۰۰۹) انجام شد. در مدل فوق y_{ij} مشاهده jام در گروه i، μ میانگین، τ تیمار i و ε_{ij} خطای تصادفی یا واریانس بین اندازه‌گیری های j در تیمار i بود. آنالیزهای آزمایشگاهی با ۳ تکرار و ۲ اجرا به انجام رسید.



شکل ۱- تغییرات ارزش عددی محتوای پراکسید اسیدهای چرب (±SD) در نمونه های روغن در اثر تیمارهای دمایی و زمانی مختلف (تفاوت معنی دار (P<۰/۰۵) فراسنجه بین تیمارهای دمایی و زمانی بر روی نمودار با حروف لاتین متفاوت مشخص شده است)

نتایج و بحث

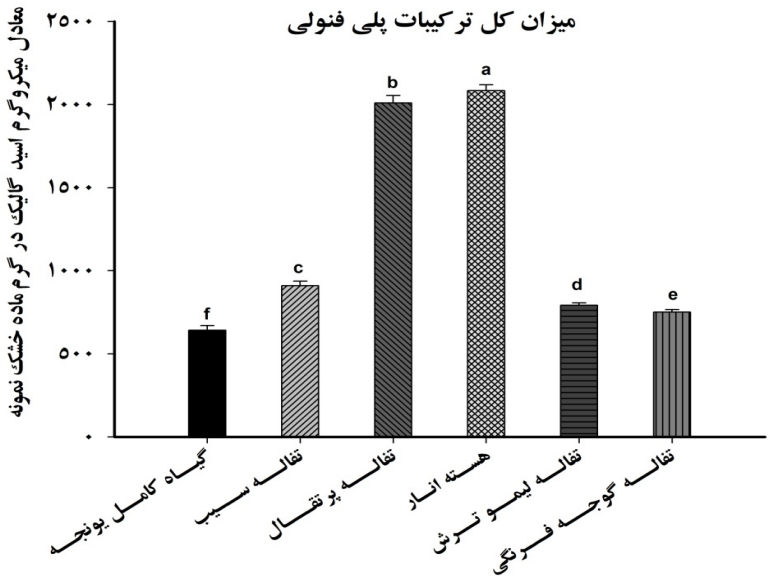
شکل ۱ اثر شبیه سازی شرایط فرآوری خوراک دام و دانه های روغنی را بر روند پراکسیداسیون چربی در مدل فرآیند حرارتی نشان می دهد. افزایش دما و مدت زمان قرار گرفتن در معرض هوادهی و حرارت به طور معنی داری باعث افزایش محتوای پراکسید نمونه های روغن خام سویا گردید . این افزایش در دماهای ۰ تا ۶۵ درجه سانتیگراد روند خطی داشت که با بالاتر رفتن دما و زمان، الگویی نمایی نشان داد. از آنجا که روش اکسیداسیون مورد استفاده توأم با دمیدن هوا می‌باشد، احتمالا شکسته شدن اسیدهای چرب از محل پیوندهای دوگانه و تشکیل رادیکال‌های کوتاه زنجیر پراکسید (پرایو و همکاران،۲۰۱۰) عامل افزایش محتوای پراکسید در نمونه‌های مذکور است. محتوای کل اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع در اثر قرار گرفتن روغن خام سویا در معرض دمای ۹۲ درجه سانتیگراد برای مدت ۲۴ ساعت به ترتیب به طور معنی داری در روغن اکسید شده نسبت به روغن تازه افزایش و کاهش نشان داد (جدول۱). غلظت ایزومری‌های اشباع و غیراشباع ۱۸ تا ۲۴ کربنه در اثر اکسیداسیون به طور معنی داری کاهش یافت (P<۰/۰۵). این کاهش در ایزومری اسید تریکوزانوئیک (C۲۳:۰) از لحاظ آماری معنی دار نبود. غلظت ایزومری اسید سیس-۱۰-هپتادکنوئیک (C۱۷:۱) در روغن تازه و اکسید شده مشابه بود. همچنین غلظت ایزومری‌های اسید پنتادکانوئیک (C۱۵:۰) و هپتادکانوئیک (C۱۷:۰) نیز در اثر اکسیداسیون به طور معنی داری کاهش یافت، در حالی که کاهش مذکور در ایزومری اسید سیس-۹-هگزادکنوئیک (C۱۶:۱) تنها متمایل به معنی داری بود. غلظت ایزومری‌های اشباع ۱۲، ۱۴ و ۱۶ کربنه و غیراشباع ۱۴ و ۱۵ کربنه در اثر اکسیداسیون به طور معنی داری در مقایسه با روغن تازه افزایش یافت (P<۰/۰۵). نتایج پرایو و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که محتوای ارزش پراکسید در اثر افزایش دما و مدت زمان حرارت‌دهی به طور معنی داری افزایش می‌یابد. براساس این مطالعه اسیدهای چرب غیر اشباع در اثر فرآیند اکسیداسیون احتمالاً با دو مکانیسم اشباع شدن

پیوندهای دوگانه و شکستن زنجیره از محل پیوند دوگانه کاهش می‌یابد. همچنین اسیدهای چرب اشباع با زنجیره بلندتر از ۱۸ کربن نیز دچار شکست می‌گردد که باعث افزایش غلظت اسیدهای چرب با زنجیره کوتاهتر می‌شود (وازکوئزآنون و جنکینز، ۲۰۰۷). این ساز و کار با نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر هم خوانی دارد.

جدول ۱ - چگالی و ترکیب اندازه‌گیری شده اسیدهای چرب روغن سویای تازه و اکسید شده (میلی‌گرم در گرم)

مورد	فرمول مختصر	تازه[۱]	اکسید شده[۱]	معنی داری
اسید دودکانوئیک	C۱۲:۰	۰/۰۷۴±۰/۰۰	۰/۴۵۹±۰/۰۱	p<۰/۰۰۱
اسید تترادکانوئیک	C۱۴:۰	۰/۷۲۷±۰/۰۰	۱/۰۵۵±۰/۰۱	p<۰/۰۰۱
اسید سیس-۹-تترادکنوئیک	C۱۴:۱	۱/۱۵۰±۰/۰۱	۴/۰۴۴±۰/۰۵	p<۰/۰۰۱
اسید پنتادکانوئیک	C۱۵:۰	۰/۱۹۷±۰/۰۰	۰/۰۸۸±۰/۰۰	p<۰/۰۰۱
اسید سیس- ۱۰- پنتادکنوئیک	C۱۵:۱	۰/۱۶۳±۰/۰۰	۰/۲۲۹±۰/۰۰	p<۰/۰۰۱
اسید هگزادکانوئیک	C۱۶:۰	۱۰۷/۳۲۸±۰/۰۶	۱۳۶/۵۵۶±۰/۰۵	p<۰/۰۰۱
اسید سیس- ۹- هگزادکنوئیک	C۱۶:۱	۰/۶۹۷±۰/۰۱	۰/۶۷۷±۰/۰۰	p=۰/۰۶
اسید هپتادکانوئیک	C۱۷:۰	۰/۹۴۷±۰/۰۱	۰/۸۳۸±۰/۰۱	p<۰/۰۰۱
اسید سیس- ۱۰ - هپتادکنوئیک	C۱۷:۱	۰/۴۳۴±۰/۰۱	۰/۴۳۹±۰/۰۱	p=۰/۹۶
اسید اکتادکانوئیک	C۱۸:۰	۳۹/۲۳۴±۰/۰۳	۳۳/۸۶۵±۰/۰۳	p<۰/۰۰۱
اسید سیس- اکتادکنوئیک	C۱۸:۱	۲۱۸/۶۶۳±۰/۰۴	۲۰۷/۰۵۵±۰/۰۶	p<۰/۰۰۱
اسید سیس- اکتادکا دی انوئیک**	C۱۸:۲c	۵۲۵/۱۹۱±۰/۰۸	۵۰۹/۲۱۰±۰/۰۹	p<۰/۰۰۱
اسید ترانس- اکتادکا دی انوئیک*	C۱۸:۲t	۵/۸۷۶±۰/۰۲	۰/۱۰۸±۰/۰۰	p<۰/۰۰۱
اسید سیس - ۹، ۱۲، ۱۵ اکتادکا تری انوئیک (آلفا)	C۱۸:۳ n-۳	۷۳/۶۸۳±۰/۰۷	۶۸/۸۴۵±۰/۰۱	p<۰/۰۰۱
اسید سیس - ۶، ۹، ۱۲اکتادکا تری انوئیک (گاما)	C۱۸:۳ n-۶	۱/۰۳۸±۰/۰۱	۰/۰۹۹±۰/۰۰	p<۰/۰۰۱
اسید ایکوزانوئیک	C۲۰:۰	۲/۹۲۹±۰/۰۶	۱/۶۲۱±۰/۰۲	p<۰/۰۰۱
اسید ایکوزنوئیک	C۲۰:۱	۱/۹۸۹±۰/۰۴	۰/۰۷۷±۰/۰۰	p<۰/۰۰۱
اسید ایکوزادی انوئیک	C۲۰:۲	۰/۳۵۵±۰/۰۱	۰/۲۱۸±۰/۰۰	p<۰/۰۰۱
اسید سیس- ۱۱، ۱۴، ۱۷ ایکوزا اسید تری انوئیک	C۲۰:۳	۰/۲۹۵±۰/۰۰	-	p<۰/۰۰۱
اسید سیس- ۵، ۸، ۱۱، ۱۴ ایکوزا تترا انوئیک	C۲۰:۴	۰/۴۹۲±۰/۰۱	۰/۲۲۳±۰/۰۱	p<۰/۰۰۱
اسید هنیکوزانوئیک	C۲۱:۰	۰/۰۷۸±۰/۰۰	-	p<۰/۰۰۱
اسید دوکوزانوئیک	C۲۲:۰	۳/۶۷۸±۰/۰۵	۱/۹۱۷±۰/۰۲	p<۰/۰۰۱
اسید سیس- ۱۳ دوکوزنوئیک	C۲۲:۱	۰/۰۷۲±۰/۰۰	-	p<۰/۰۰۱
اسید سیس-دوکوزا هگزانوئیک**	C۲۲:۶	۰/۴۸۰±۰/۰۱	۰/۳۲۲±۰/۰۰	p<۰/۰۰۱
اسید تریکوزانوئیک	C۲۳:۰	۰/۲۷۷±۰/۰۲	۰/۲۴۷±۰/۰۱	p=۰/۱
اسید تتراکوزانوئیک	C۲۴:۰	۱/۲۹۹±۰/۰۳	۰/۶۴۲±۰/۰۱	p<۰/۰۰۱
اسید سیس تتراکوزنوئیک	C۲۴:۱	۰/۱۴۷±۰/۰۱	۰/۱۱۷±۰/۰۰	p<۰/۰۵
سایر اسید های چرب	-	۱۲/۱۲۹±۰/۰۷	۳۱/۱۵۴±۰/۰۳	-
اسید های چرب غیر اشباع	-	۸۳۱/۱۰۲±۰/۳۴	۷۹۱/۵۵۷±۰/۲۵	p<۰/۰۰۱
اسید های چرب اشباع	-	۱۵۶/۷۶۸±۰/۲۸	۱۷۷/۲۸۹±۰/۱۷	p<۰/۰۰۱
چگالی روغن (گرم در میلی لیتر)	-	۰/۸۵۹±۰/۰۱	۰/۸۹۷±۰/۰۱	p<۰/۰۵

* ترکیبات مختلف ایزومری های ترانس شامل:ترانس/سیس، ترانس و ترانس، سیس/ترانس. ** همه پیوندها آرایش سیس دارند. [۱] ارزش عددی پراکسید در روغن تازه و اکسید شده به ترتیب ۰/۰۳۷ ± ۱/۳۷۳ و ۰/۰۴۵ ± ۷/۰۶۶ میلی اکی والان در کیلوگرم می‌باشد



شکل ۲- محتوای کل ترکیبات پلی فنولی بر اساس معادل میکروگرم اسید گالیک در هر گرم ماده خشک نمونه (±SD) (تفاوت معنی دار ($P<۰/۰۵$) فراسنجه بین نمونه های گیاهی بر روی نمودار با حروف لاتین متفاوت مشخص شده است).

افزایش تولید رادیکال‌های آزاد پراکسی (ROO•) در اثر حرارت و هوادهی اسیدهای چرب عامل احتمالی افزایش شکست در زنجیره اسیدهای چرب بلند زنجیر بوده که خود باعث تولید رادیکال‌های جدید و افزایش تصاعدی تولید مشتقات پراکسید اسید چرب می‌گردد (فرانکل، ۲۰۰۵). رشد نمایی میزان عددی ارزش پراکسیداسیون در مطالعه حاضر با ساز و کار یاد شده مطابقت دارد.

براساس نتایج (شکل ۲) هسته انار در مقایسه با سایر نمونه‌های گیاهی مورد مطالعه به طور معنی داری بیشترین میزان ترکیبات پلی فنولی را دارا بود. تفاله‌های پرتقال، سیب، لیمو ترش، گوجه فرنگی و علوفه خشک یونجه از این لحاظ به ترتیب به طور متفاوتی با یکدیگر ($P<۰/۰۵$) در مراتب بعدی جای گرفتند. چندین مکانیزم برای فعالیت آنتی اکسیدانی وجود دارد که مؤثرترین آن‌ها توانایی حذف رادیکال‌های آزاد محیط با توانایی هیدروژن دهندگی ترکیبات آنتی اکسیدان است (کارلو و همکاران، ۱۹۹۹).

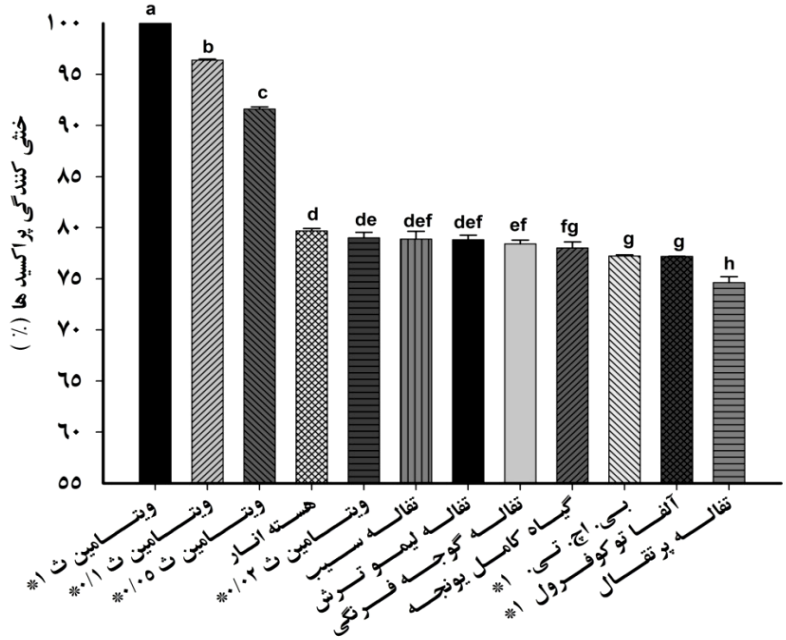
از این رو بر اساس نتایج بیشترین قابلیت آنتی اکسیدانی نمونه‌های گیاهی مورد مطالعه بر مبنای پتانسیل خنثی کنندگی ترکیبات پراکسید ناشی از اکسیداسیون اسیدهای چرب و روغن حرارت دیده، متعلق به عصاره متانولی هسته انار بود که به طور معنی داری نسبت به پتانسیل خنثی کنندگی رادیکال محلول ۰/۰۵ میلی گرم در میلی لیتر ویتامین ث کمتر و در مقایسه با محلول ۰/۰۲ میلی گرم در میلی‌لیتر ویتامین ث بیشتر بود (شکل ۳). پتانسیل خنثی کنندگی رادیکال عصاره متانولی تفاله سیب، تفاله لیموترش، تفاله گوجه‌فرنگی، علوفه خشک یونجه، BHT (۱ میلی‌گرم در میلی‌لیتر)، آلفا توکوفرول (۱ میلی‌گرم در میلی‌لیتر) و تفاله پرتقال به ترتیب در رده‌های بعدی جای گرفت، هر چند که برتری توان آنتی اکسیدانی (خنثی کنندگی رادیکال آزاد) هسته انار نسبت به محلول ۰/۰۲ میلی‌گرم در میلی لیتر ویتامین ث و تفاله‌های سیب و لیموترش از لحاظ آماری معنی دار نبود.

پراکسیداسیون چربی‌ها در بدن یک مکانیسم مؤثر در القای تخریب غشاهای زیستی، تجزیه DNA و توسعه واکنش‌های التهابی است. بنابراین ممانعت از پراکسیداسیون از قابلیت‌های مهم آنتی اکسیدانی به شمار می‌رود (بردابوسکا و اسزافای، ۲۰۰۳). دومین شاخص قابلیت آنتی اکسیدانی مورد مطالعه براساس توانایی عصاره متانولی نمونه‌های گیاهی در ممانعت از اکسیداسیون روغن سویای تازه یا ممانعت از تشکیل رادیکال‌های آزاد پراکسید در اثر اعمال تیمار حرارتی در شکل ۴ نشان داده شده است.

بر این اساس عصاره‌های هسته انار و علوفه خشک یونجه به ترتیب بالاترین و پایین ترین محافظت از اسیدهای چرب روغن را به نمایش گذاشتند. توانایی ممانعتی هسته انار تفاوت معنی داری با ویتامین ث نداشت، در حالی که برتری هسته انار بر سایر نمونه های گیاهی و آنتی اکسیدان های شیمیایی از لحاظ آماری معنی دار بود. مطالعات ارول و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد که میان فعالیت آنتی اکسیدانی و میزان غلظت پلی فنول ها یک همبستگی خطی با ضریب تعیین ۰/۹۳۷ وجود دارد. همچنین مطالعات یو و همکاران (۲۰۰۵) و نگی و همکاران (۲۰۰۵) نیز این یافته‌ها را تأیید می نماید.

رنگ قرمز تفاله گوجه‌فرنگی مربوط به کاروتنوئیدها است. کاروتنوئیدها با رنگیزه‌های زرد، نارنجی و قرمز، محلول در چربی ها بوده و دارای قابلیت آنتی اکسیدانی در ممانعت از اکسیژن فعال در سیستم‌های زیستی‌اند (سای و همکاران،

۲۰۰۷). آنتوسیانین ها نیز در گوجه فرنگی از کلاس فلاونوئیدها و عضو خانواده بزرگ پلی فنول ها می باشند (Cao و همکاران، ۱۹۹۶). پی‌یتا (۲۰۰۰) بیان نمود که فعالیت ضد رادیکالی فلاونوئید ها وابسته به ساختار و جانشینی حلقه های هتروسایکلیک و حلقه B موجود در آن و توانایی آنتی اکسیدانی تفاله مرکبات در خنثی کنندگی رادیکال‌های آزاد پراکسی (ROO•) مربوط به خاصیت هیدروژن دهندگی پلی فنول‌هایی نظیر لیمونین و نارنجین می‌باشد.

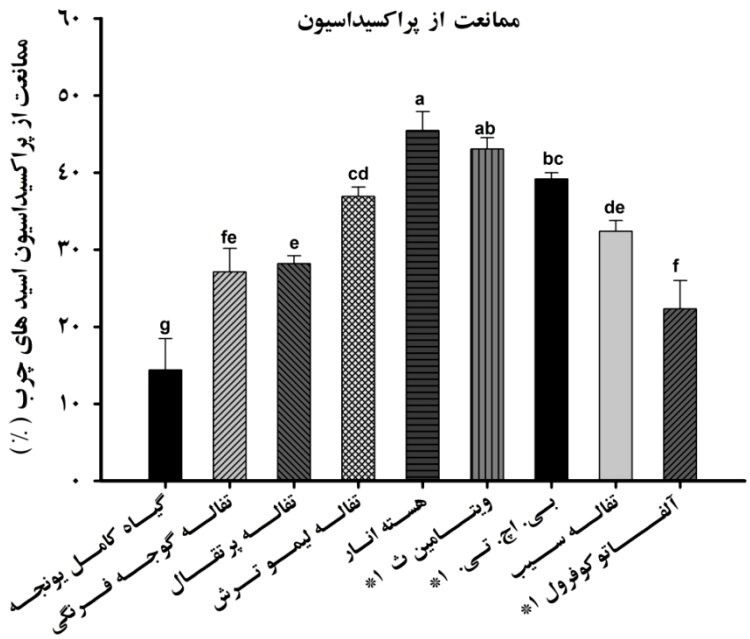


شکل ۳ - پتانسیل خنثی کنندگی رادیکال های پراکسید ناشی از پراکسیداسیون اسیدهای چرب در روغن حرارت دیده با مقدار عددی پراکسید ۰/۰۴۵ ± ۷/۰۶۶ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم توسط عصاره متانولی نمونه های گیاهی (تفاوت معنی دار ($p<0/05$) فراسنجه بین نمونه های گیاهی بر روی نمودار با حروف لاتین متفاوت مشخص شده است).* غلظت ترکیب بر حسب میلی‌گرم در هر میلی‌لیتر متانول ۷۰ درصد.

موری- اوکاموتو و همکاران (۲۰۰۴) خواص آنتی اکسیدانی انار را مرتبط با ترکیبات فعال زیستی موجود در آن نظیر کاروتنوئیدها، فلاونوئیدها و پلی فنول ها عنوان نمودند. همچنین شوبرت و همکاران (۱۹۹۹) و رجبیان و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که ترکیبات پلی فنولی نظیر اسید گالیک، الاژیتانین و پونیکالاژین توانایی آنتی اکسیدانی بالا معادل با BHT از خود نشان می دهند. سیرام و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که هسته انار بیش از ۱۰۰ ترکیب فعال زیستی داشته که از این لحاظ در میان گیاهان مورد مطالعه منحصر به فرد می‌باشد. براساس نتایج (شکل ۱) و منابع موجود توانایی آنتی اکسیدانی بالاتر هسته انار احتمالاً به دلیل تنوع و غلظت بالاتر پلی فنول‌ها و ترکیبات فعال زیستی موجود در هسته انار نسبت به سایر نمون‌ها است.

همانطور که نتایج نشان می‌دهد (شکل ۳ و ۴) رفتار متفاوت عصاره‌های گیاهی در توانایی خنثی سازی رادیکال های آزاد ناشی از پراکسیداسیون و نیز محافظت و ممانعت از فرآیند پراکسیداسیون احتمالاً به دو ساز و کار متفاوت ترکیبات موجود در نمونه های گیاهی اشاره دارد. ویتامین ث توانایی خنثی کنندگی بالاتری نسبت به هسته انار دارد، در صورتی که هسته انار ممانعت کننده ای بهتر در مقابل پیشرفت پراکسیداسیون به شمار می رود. همچنین توانایی خنثی کنندگی و ممانعت کنندگی هسته انار به طور معنی داری نسبت به BHT و آلفا توکوفرول بهتر بوده است. بنابراین ترکیبات فعال زیستی هسته انار با هر دو ساز و کار خنثی کنندگی و ممانعت کنندگی، اثر آنتی اکسیدانی خود را بر جای می گذارند.

جدول ۲ نتایج مربوط به آنالیز مواد معدنی دارای پتانسیل اثر در سیستم های آنتی اکسیدانی را نشان می دهد. بر این اساس عنصر روی به ترتیب در تفاله گوجه فرنگی، علوفه خشک یونجه و هسته انار به طور معنی داری نسبت به سایر نمونه‌ها بالاتر بود. بالاترین مقدار عنصر مس در بین نمونه‌ها به ترتیب متعلّق به تفاله گوجه فرنگی و هسته انار بود. همچنین محتوای آهن هسته انار به طور معنی داری پس از تفاله لیموترش پایین ترین مقدار را به خود اختصاص داد.



شکل ۴ - ممانعت از پر اکسیداسیون اسیدهای چرب (±SD) در اثر حرارت در حضور عصاره نمونه های گیاهی با پتانسیل آنتی اکسیدانی متفاوت. تفاوت معنی دار ($p<۰/۰۵$) فراسنجه بین نمونه های گیاهی بر روی نمودار با حروف لاتین متفاوت مشخص شده است).* غلظت ترکیب بر حسب میلی‌گرم در هر میلی‌لیتر اتانول مطلق.

مطالعات نشان می دهد که مس و روی علاوه بر جایگاه کو آنزیمی در بسیاری از مسیرهای متابولیکی، جزئی از کمپلکس فعال ساز آنزیم های آنتی اکسیدانی بدن مانند سوپراکسید دیسموتاز می باشند (سینگ و همکاران، ۱۹۹۹). هاست و ایملای (۲۰۰۵) نیز بیان نمودند که نقش آنتی اکسیدانی سوپراکسید دیسموتاز در خنثی سازی استرس اکسیداتیو ناشی از اشکال مختلف اکسیژن فعال، به طور معنی داری به غلظت روی و مس در سلول وابسته است. از این رو هسته انار و تفاله گوجه‌فرنگی منابع مناسبی برای تأمین این دو ریز مغذی برای بدن دام به شمار می روند. مطالعات ایملای و همکاران (۱۹۸۸) نشان می دهد که آنتی اکسیدان آهن در واکنش فنتون به عنوان مسیری برای تولید رادیکال‌های آزاد هیدروکسیل مؤثر بوده و در تخریب DNA توسط آب اکسیژنه به عنوان واسطه عمل می کند. همچنین این مطالعات نشان می دهد چنانچه آهن را با باند کننده‌های اختصاصی در سلول مهار کنیم، فرآیند تخریب کنندگی آب اکسیژنه مهار می شود. از این رو خاصیت باندکنندگی آهن به عنوان یک مکانیزم احتمالی برای قابلیت آنتی اکسیدانی گروه های فنولی مطرح می باشد (سابهشینی و همکاران، ۲۰۱۱). بنابراین پایین بودن آهن در هسته انار با قابلیت آنتی اکسیدانی بالای آن همخوانی دارد. استفاده از ضایعات صنایع تبدیلی کشاورزی علاوه بر رویکرد آنتی اکسیدانی از دیدگاه تغذیه‌ای نیز حائز اهمیت است. بر اساس نتایج (جدول ۳) هسته انار از لحاظ محتوای فیبر گیاهی شباهت بالایی با تفاله گوجه فرنگی داشته و نسبت به یونجه و سایر نمونه‌ها به طور معنی داری خشبی‌تر بود. محتوای بالای ADF و NDF هسته انار آن را جزء نمونه‌های فیبری طبقه‌بندی می کند. بالاتر بودن همی‌سلولز هسته انار نسبت به سایر نمونه‌ها نشان می دهد که دیواره سلولی از کیفیت تغذیه‌ای مناسبی برخوردار است (گیونز و همکاران، ۲۰۰۰).

جدول۲- محتوای مواد معدنی کم مصرف در هسته انار در مقایسه با سایر ضایعات محصولات کشاورزی و یونجه به عنوان شاخص

فراسنجه[۲]	علوفه خشک یونجه	هسته انار	تفاله پرتقال	تفاله لیمو	تفاله گوجه فرنگی	تفاله سیب	خطای استاندارد	معنی داری
روی[۱]	۲۸/۳۴۰^{b}	۱۹/۷۵۷^{c}	۱۲/۷۱۲^{d}	۱۱/۲۵۵^{d}	۳۷/۳۴۶^{a}	۶/۹۹۵^{e}	۰/۶۷۵	P<۰/۰۱
مس[۱]	۷/۰۸۵^{c}	۱۳/۴۴۱^{a}	۳/۹۹۴^{d}	۴/۳۲۰^{d}	۱۴/۰۶۸^{a}	۹/۸۳۱^{b}	۰/۳۴۲	P<۰/۰۱
آهن[۱]	۲۸۷/۶۶۲^{b}	۱۳۶/۵۷۸^{d}	۱۸۹/۲۴۸^{c}	۱۴/۴۷۲^{e}	۳۱۶/۶۷۲^{a}	۲۸۰/۴۶۹^{b}	۱۰/۹۳۹	P<۰/۰۵

[۱]میکرو گرم درگرم ماده خشک [۲] میانگین ها با حروف لاتین غیر مشترک در هر ردیف دارای اختلاف معنی دار می باشند.

کربوهیدرات‌های غیر فیبری در هسته انار به طور معنی داری پایین تر از یونجه بود که با توجه به درصد فیبر بالا قابل توجیه است. تفاله پرتقال در بین نمونه‌ها کمترین میزان ADF و NDF و بیشترین مقدار کربوهیدرات‌های غیر فیبری را به خود اختصاص داد که از لحاظ تغذیه‌ای حائز اهمیت است. درصد عصاره اتری بعد در هسته انار بعد از تفاله گوجه‌فرنگی نسبت به سایر نمونه‌ها بالاتر بود. مطالعات لانسکی و همکاران (۲۰۰۵) نشان می دهد که هسته انار ۱۰ تا ۱۵ درصد ماده خشک روغن داشته که ۷۲ درصد آن را اسید پونیسیک تشکیل می دهد. همچنین آن ها نشان دادند که اسید پونیسیک دارای خواص ضد سرطان، ضد تصلب شرایین و ضد دیابت است.

جدول۳ - ماده خشک، فیبر نامحلول در شوینده های اسیدی و خنثی، عصاره اتری، پروتئین خام، خاکستر، کربوهیدرات های غیر فیبری، همی سلولز، کل مواد محلول در آب و پتانسیل تغییر اسیدیته محلول آبی هسته انار و سایر ضایعات محصولات کشاورزی در مقایسه با یونجه خشک به عنوان شاخص

فراسنجه[۲]	یونجه خشک	هسته انار	تفاله پرتقال	تفاله لیمو	تفاله گوجه فرنگی	تفاله سیب	خطای استاندارد	معنی داری
ماده خشک[۱]	۸۶/۴۶^{c}	۹۵/۴۸^{c}	۹۶/۳۱^{b}	۹۷/۹۵^{a}	۹۶/۳۷^{b}	۹۶/۷۹^{b}	۰/۱۵	P<۰/۰۱
فیبر نا محلول در شوینده اسیدی[۳]	۳۹/۶۷^{b}	۴۷/۸۰^{a}	۱۵/۶۰^{d}	۲۳/۸۰^{c}	۴۹/۸۰^{a}	۴۴/۰۷^{b}	۰/۵۹	P<۰/۰۱
فیبر نا محلول در شوینده خنثی[۳]	۵۲/۷۳^{d}	۶۱/۴۷^{b}	۱۶/۲۷^{f}	۳۳/۴۰^{e}	۶۲/۲۷^{a}	۵۰/۹۳^{c}	۰/۸۴	P<۰/۰۱
عصاره اتری[۳]	۲/۲۷^{e}	۹/۳۹^{b}	۲/۶۸^{e}	۷/۰۴^{c}	۱۱/۸۵^{a}	۵/۵۱^{d}	۰/۳۹	P<۰/۰۱
پروتئین خام[۳]	۱۸/۰۱^{a}	۱۴/۹۹^{b}	۵/۸۳^{c}	۵/۷۶^{c}	۱۷/۸۸^{a}	۵/۵۹^{c}	۰/۴۲	P<۰/۰۱
کربوهیدرات های غیر فیبری[۴]	۲۱/۰۸^{c}	۱۲/۵۷^{d}	۵۴/۰۱^{a}	۵/۲۹^{e}	۳/۱۷^{e}	۳۴/۹۲^{b}	۰/۷۴	P<۰/۰۱
همی سلولز[۴]	۱۳/۰۷^{a}	۱۳/۶۷^{a}	۰/۶۷^{d}	۹/۶۰^{b}	۱۲/۴۷^{a}	۶/۸۷^{c}	۰/۸۷	P<۰/۰۱
کل مواد محلول در آب[۳]	۲۷/۱۴^{b}	۱۷/۵۹^{c}	۵۴/۲۱^{a}	۲۷/۰۰^{b}	۲۰/۷۷^{bc}	۲۷/۵۶^{b}	۲/۲۲	P<۰/۰۱
پتانسیل تغییر اسیدیته محلول (۳۰ دقیقه)[۵]	۰/۶۳^{b}	-۱/۱۲^{d}	۴/۳۹^{a}	۰/۴۰^{c}	-۱/۱۳^{d}	-۱/۴۶^{e}	۰/۰۱	P<۰/۰۱
پتانسیل تغییر اسیدیته محلول (۶۰ دقیقه)[۵]	۰/۵۶^{b}	-۱/۰۹^{c}	۴/۱۱^{a}	۰/۶۸^{b}	-۱/۰۳^{c}	-۱/۸۰^{d}	۰/۰۹	P<۰/۰۱

[۱]درصد . [۲] میانگین ها با حروف لاتین غیر مشترک در هر ردیف دارای اختلاف معنی دار می باشند. [۳]درصد از ماده خشک. [۴] محاسبه شده بر اساس فرمول های زیر: (NDF-ADF=همی سلولز)، (EE-Ash-NDF-CP -۱۰۰= کربوهیدرات های غیر فیبری). [۵] pH.

از این رو انتظار می رود، علاوه بر ترکیبات پلی فنولی موجود در هسته انار، بخشی از ویژگی‌های آنتی اکسیدانی آن مربوط به ویتامین‌های محلول در چربی و اثرات بیولوژیکی اسید پونیسیک نیز باشد. درصد پروتئین خام هسته انار به طور معنی داری نسبت به یونجه و تفاله گوجه‌فرنگی پائین‌تر بود، اما این میزان در مقایسه با سایر نمونه‌ها برتری معنی داری نشان داد. از این رو با توجه به در صد بالای پروتئین خام و عصاره اتری در هسته انار کاهش ارزش غذایی ناشی از فیبر بالا تا حدودی جبران می گردد.

کل مواد محلول در آب که بخش عمده‌ای از آن شامل کربوهیدرات ها، مواد معدنی، مواد آلی و ترکیبات ازته محلول در آب می شود، در هسته انار و تفاله پرتقال به ترتیب پائین‌ترین و بالاترین مقدار را داشت که این تغییرات با توجه به درصد کربوهیدرات‌های غیر فیبری به طور منطقی قابل توجیه است. این فراسنجه از لحاظ ارتباط آن با نقش کربوهیدرات‌های سریع‌التخمیر در شکمبه پس از مصرف خوراک، حائز اهمیت است (دیکسترا و همکاران، ۲۰۰۵).

پتانسیل تغییر اسیدیته محلول در هر دو شرایط زمانی برای تفاله سیب، تفاله گوجه‌فرنگی و هسته انار منفی و برای سایر ترکیبات مثبت بود. این نشان می دهد که تفاله‌های سیب، گوجه‌فرنگی و انار قادرند، اسیدیته دستگاه گوارش را به طور نسبی کاهش دهند. از آنجا که اسیدی فایرها در مدیریت دام‌های خشک برای پیشگیری از عوارضی همچون تب شیر و کتوز دارای تأثیرات مثبت می باشند (دی گروت و همکاران، ۲۰۱۰؛ سیفی و همکاران، ۲۰۱۰) توجه به این نقش متابولیکی برا ی این ترکیبات از لحاظ تغذیه ای علاوه بر نقش آنتی اکسیدانی، در دوره پیرامون زایش دارای اهمیت می باشد.

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی هسته انار در میان نمونه‌های گیاهی مورد مطالعه به دلیل دارا بودن بالاترین میزان ترکیبات پلی فنولی، و بالاترین فعالیت خنثی کنندگی رادیکال های آزاد و ممانعت کنندگی از پراکسیداسیون اسیدهای چرب حتی در مقایسه با BHT و نیز دارا بودن مقادیر قابل توجهی از عناصر کم مصرف مس و روی، ترکیب آنتی اکسیدانی مناسبی به شمار می رود. از این رو جهت مقابله با استرس اکسیداتیو در دوره پیرامون زایش مفید به نظر می رسد. همچنین به دلیل دارا بودن پتانسیل کاهش اسیدیته جهت استفاده به عنوان یک اسیدی کننده در مدیریت تغذیه دام‌های خشک پیشنهاد می گردد.

منابع

Andrews, J., Vazquez-Anon, M. and Bowman, G., 2006. Fat stability and preservation of fatty acids with AGRADO_ antioxidant in feed ingredients used in ruminant rations. Journal of Dairy Science. 89(Suppl. 1):60.

Anesini, C., Ferraro, G. E. and Filip, R., 2008. Total Polyphenol Content and Antioxidant Capacity of Commercially Available Tea (Camellia sinensis) in Argentina. J. Agric. Food Chem. 56: 9225–9229.

AOAC, 2005. Official Methods of Analysis (18th ed). USA.: Association of Official Analytical Chemists.

AOCS, 2003. Official Method: Sampling and Analysis of Commercial Fats and Oils, Cd 8-53 • Peroxide Value.

AOCS, 2007. Official Method: Sampling and Analysis of Commercial Fats and Oils, Cd 12-57 • Fat Stability.

Atoui, A. K., Mansouri, A., Boskou, G. and Panagiotis, K. P., 2005. Tea and herbal infusions: their antioxidant activity and phenolic profile. Food Chemistry. 89: 27-36.

Baer-Dubowska, W. and Szaefer, H., 2003. The effect of plant phenolics on the processes involved in the initiation and promotion of carcinogenesis: Lipid peroxidation. Polish Journal of Food and Nutrition Science. 12:128–132.

Bauman, D. E. and Griinari, J. M., 2003. Nutritional regulation of milk fat synthesis. Ann. Rev. nutr. 23:203–227.

Cao, G., Sofic, E. and Prior, R. L., 1996. Antioxidant capacity of tea and common vegetables. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 44:3426-3431.

Carlo, G.D., Mascolo, N., Izzo, A.A. and Capasso, F., 1999. Flavonoids: old and new aspects of a class of natural therapeutic drugs. Life Sciences. 65: 337-353.

Castillo, C., Hernandez, J., Bravo, A., Lopez-Alonso, M., Pereira, V. and Benedito, J. L., 2005. Oxidative status during late pregnancy and early lactation in dairy cows. Veterinary Journal. 169:286-292.

Celik, I., Temur, A. and Isik, I., 2009. Hepatoprotective role and antioxidant capacity of pomegranate (Punica granatum) flowers infusion against trichloroacetic acid-exposed in rats. Food and Chemical Toxicology. 47(1):145–149.

De Groot, M. A., Block, E. and French, P. D., 2010. Effect of prepartum anionic supplementation on periparturient feed intake, health and milk production. Journal of Dairy Science. 93:5268-5279.

Dijkstra, J., Forbes, J. M. and France, J., 2005. Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism (2nded). Wallingford, UK.: CAB International.

Erol, N. T., Sar, F., Polat, G. and Velioglu, Y. S., 2009. Antioxidant and Antibacterial Activities of Various Extracts and Fractions of Fresh Tea Leaves and Green Tea. Tarim Bilimleri Dergisi. 15(4):371-378.

Frankel, E. N., 2005. Lipid Oxidation. Bridgwater, UK.:The Oily Press.

Givens, D. I., Owen, E., Axford, R. F. E. and Omed, H. M., 2000. Forage evaluation in ruminant nutrition. New York. USA.: CAB international.

Gonthier, C., Mustafa, A. F., Ouellet, D. R., Chouinard, P. Y., Berthiaume, R. and Petit, H. V., 2005. Feeding micronized and extruded flaxseed to dairy cows: Effects on blood parameters and milk fatty acid composition. Journal of Dairy Science. 88:748–756.

Hassett, D. J. and Imlay, J. A., 2006. Oxidative Stress Systems. in Bacteria: Four Model Organisms in: Nickerson, C. A., Schurr, M. J. (Eds.), Molecular Paradigms of Infectious Disease. A Bacterial Perspect. pp. 544-574.

Heber, D., Seeram, N. P., Wyatt, H., Henning, S. M., Zhang, Y., Ogden, L. G., Dreher, M. and Hill, J. O., 2007. Safety and antioxidant activity of a pomegranate ellagitannin-enriched polyphenol dietary supplement in overweight individuals with increased waist size. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 55:10050-10054.

Imlay, J. A., Chin, M. S. and Linn, S., 1988. Toxic DNA damage by hydrogen peroxide through the Fenton reaction in vivo and in vitro. Science. 240:640–642.

ISO 14502-1, 2005. Determination of substances characteristic of green and blck tea. Part 1: Content of total polyphenols in tea. Colorimetric method using Folin-Ciocalteu reagent. International Organization for Standardization, Switzerland

Jorhem, L., 2000. Determination of metals in foods by atomic absorption spectrometry after dry ashing. J. AOAC International. 83: 1204–1211.

Kramer, J. K. G., Fellner, V., Dugan, M. E. R., Sauer, F. D., Mossoba, M. M. and Yurawecz, M. P., 1997) Evaluating acid and base catalysts in the methylation of milk and rumen fatty acids with special emphasis on conjugated dienes and total trans fatty acids. Lipids. 32: 1219-1228.

Kramer, J. K. G., Cruz-Hernandez, C. and Zhou, J., 2001. Conjugated linoleic acids and octadecenoic acids: Analysis by GC. European Journal of Lipid Science and Technology. 103: 594- 632.

Lansky, E. P., Harrison, G., Froom, P. and Jiang, W. G., 2005. Pomegranate (Punica granatum) pure chemicals show possible synergistic inhibition of human PC-3 prostate cancer cell invasion across Matrigel™. Invest. New Drugs. 23(2):121-122.

Mori-Okamoto, J., Otawara-Hamamoto, Y., Yamato, H. and Yoshimura, H., 2004. Pomegranate extract improves a depressive state and bone properties in menopausal syndrome model ovariectomized mice. Journal of Ethnopharmacology. 92:93-101.

Negi, P. S., Chauhan, A. S., Sadia, G. A., Rohinishree, Y. S. and Ramteke, R. S., 2005. Antioxidant and antibacterial activities of various seabuckthorn (Hippophae rhamnoides L.) seed extracts. Food Chemistry. 92: 119-124.

Neves, C. A., Santos, G. T., Matsushita, M., Alves, E. M., Oliveira, R. L., Branco, A. F., Silva, D. C., Furlan, A. C. and Petit, H. V., 2007. Intake, whole tract digestibility, milk production and milk composition of Holstein cows fed extruded soybeans treated with or without lignosulfonate. Animal Feed Science and Technology. 134: 32–44.

Overton, T. R. and Waldron, M. R., 2004. Nutritional Management of Transition Dairy Cows: Strategies to Optimize Metabolic Health. Journal of Dairy Science. 87(E. Suppl.):E105–E119.

Pariza, M. W., Park, Y. and Cook, M. E., 2001. The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. Prog. Lipid Res. 40:283–298.

Pietta, P. G., 2000. Flavonoids as antioxidants. J. Nat. Prod. 63: 1035-1042.

Privé, F., Combes, S., Cauquil, L., Farizon, Y., Enjalbert, F. and Troegeler-Meynadier, A., 2010. Temperature and duration of heating of sunflower oil affect ruminal biohydrogenation of linoleic acid in vitro. Journal of Dairy Science. 93: 711–722.

Rajabian, T., Fallah Husseini, H., Karami, M., Rasooli, I. and Faghihzadeh, S., 2008. Effect of Pomegranate Fruit Juice and Seed Oil on Serum Lipid Levels and Atherosclerosis Development in Hypercholesterolemic Rabbits. Journal of Medicinal Plants. 25: 93-105.

SAS, (2009. SAS User's Guide: Statistics. Ver 9.2. USA.: SAS Institute. Cary. N.C.

Schubert, S., Lansky, E. and Neeman, I., 1999. Antioxidant and eicosanoid enzyme in habitation properties of pomegranate seed oil and fermented juice flavonoids. Journal of Ethnpharmacology. 66:11-17.

Seeram, N. P., Zhang, Y., Reed, J. D., Krueger, C. G. and Vaya, J., 2006. Pomegranate phytochemicals. In: Pomegranates: Ancient Roots to Modern Medicine. N. P. Seeram, Schulman, R. N. and Heber, D., FL: CRC Press. Taylor and Francis Group. BocaRaton. pp.3-29.

Seifi, H. A., Mohri, M., Farzaneh, N., Nemati, H. and Nejhad, S. V., 2010. Effects of anionic salts supplementation on blood pH and mineral status, energy metabolism, reproduction and production in transition dairy cows. Research in Veterinary Science. 89: 72-77.

Singh, A. K., Dobashi, K., Gupta, M. P., Asayama, K., Singh, I. and Orak, J. K., 1999. Manganese superoxide dismutase in rat liver peroxisomes: biochemical and immunochemical evidence. Molecular and Cellular Biochemistry. 197: 7-12.

Smedman, A., Basu, S., Jovinge, S., Fredrikson, G. N. and Vessby, B., 2005. Conjugated linoleic acid increased C-reactive protein in human subjects. British Journal of Nutrition. 94(5): 791-795.

Subhashini, N., Thangathirupathi, A. and Lavanya, A., 2011. Antioxidant activity Of trigonella foenum graecum using various in vitro and ex-vivo models. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 3(2): 96-102.

Tsai, H., Chang, S. and Chang, S., 2007. Antioxidant Content and Free Radical Scavenging Ability of Fresh Red Pummelo [Citrus grandis (L.) Osbeck] Juice and Freeze-Dried Products. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 55: 2867-2872.

Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M. T., Mazur, M. and Telser, J., 2007. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. International Journal of Biochemistry & Cell Biology. 39: 44-84.

Va´zquez-An˜o´n, M. and Jenkins T., 2007. Effects of feeding oxidized fat with or without dietary antioxidants on nutrient digestibility, microbial nitrogen and fatty acid metabolism. Journal of Dairy Science. 90: 4361-4367.

Va´zquez-An˜o´n, M., Nocek J., Bowman G., Hampton T., Atwell C., Va´zquez P.and Jenkins T., 2008. Effects of Feeding a Dietary Antioxidant in Diets with Oxidized Fat on Lactation Performance and Antioxidant Status of the Cow. Journal of Dairy Science. 91: 3165–3172.

Yu, J., Ahmedna, M. and Goktepe, I., 2005. Effects of processing methods and extraction solvents on concentration and antioxidant activity of peanut skin phenolics. Food Chemistry. 90: 199-206.

Zainol, M. K., Abd-hamid, A., Yusof, S. and Muse, R., 2003) Antioxidant activity and total phenolic compounds of leaf, root and petiole of four accessions of Centella asiatica (L.) urban. Journal of Food Chemistry. 81: 575-581.

A study on chemical characteristics and antioxidant capacity of pomegranate seed and some herbal pomace against thermal peroxidation of soybean oil during feed processing

S.E. Ghiasi [*1], R. Valizadeh [2] and A.A. Naserian [2]
1- Assistant Professor, Department of Animal Science, University of Birjand, 2- Professor, Department of Animal Science, Ferdowsi University of Mashhad
*Corresponding Author Email: s.e.ghiasi@birjand.ac.ir

Submitted: 19 February 2014 **Accepted: 9 July 2015**

Abstract
The study was carried out to evaluate the polyphenol content, chemical composition, radical scavenging activity and inhibition potential of peroxidation of pomegranate seed and other agricultural by-products such as tomato, apple, lemon and orange pomace in comparison with alfalfa, ascorbic acid, alpha-tocopherol and butylated hydroxyl toluene (BHT) as common antioxidant source of diet. Effect of temperature and duration of oxidation on peroxide value of raw soybean oil were investigated as food processing simulation. The results indicated that peroxide value of soybean oil samples increased by rising temperature and time of oxidation significantly. Total saturated and unsaturated fatty acid contents of oil significantly increased and decreased by oxidation, respectively. The pomegranate seeds methanolic extract had the highest values of polyphenol, radical scavenging activity and inhibition potential of peroxidation among all investigated materials. Pomegranate seeds had notably high fiber, CP, EE, Cu, and Zn content and acidifying potential compared with other investigated by-products. Therefore, pomegranate seed seems to be effective antioxidant and beneficial supplement for peri-parturation period from metabolic point of view.
Keywords: Pomegranate seed, Antioxidant, Peroxidation, Soybean oil, Animal feed processing